XXII CLATPU 2024

ACTAS

CONGRESO LATINOAMERICANO DE TRANSPORTE PÚBLICO Y URBANO

"MOVILIDAD SOSTENIBLE, INTERMODALIDAD Y EQUIDAD"

08 al 12 de Abril de 2024
Santo Domingo, República Dominicana

Compiladores:

Brennan, P., Ocaña, R.V., Contreras, C., Figuero, O. (2024)

MOVILIDAD SOSTENIBLE, INTERMODALIDAD Y EQUIDAD

ISBN 978-631-90504-0-0

9 786319 050400

Fecha
2024

DISEÑO, EDICIÓN Y MONTAJE

- ALATPU
- Grupo Elis

ÍNDICE

CLATPU 2024 ..... **8**

SOBRE LOS CLATPU **8**

COMITÉ HONORÍFICO **8**

COMITÉ TÉCNICO INTERNACIONAL **8**

COMITÉ ORGANIZADOR LOCAL **9**

COMITÉ DE SELECCIÓN **9**

PRESENTACIÓN **11**

PONENCIAS **13**

AMBIENTE Y MERCADO ENERGÉTICO **13**

Estabilización de suelos en vías rurales no pavimentadas mediante la aplicación de cenizas de cáscara de café. 14

Semáforos inteligentes con paneles solares en la ciudad de Manizales, Colombia 26

DESARROLLO URBANO, TRANSPORTE Y MOVILIDAD **36**

Análisis descriptivo de los usuarios de taxi convencional y automóvil con plataforma digital en Medellín, Colombia. 37

Captura de valor del suelo a través del desarrollo orientado al transporte. Propuesta metodológica para el proyecto metro de Bogotá 47

Diagnóstico y propuesta de generación de una aplicación para sistema de viajes compartidos en un ámbito universitario - caso de estudio Universidad Nacional sede Bogotá 60

El modelo de ciudad neoliberal visto desde los viajes en plataforma. El caso de Puebla, México72

El transporte público masivo y el territorio: el estudio de caso del área metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México. 81

Estrategias y capital de movilidad familiar en barrios fragmentados por políticas de transporte y vialidad en la metrópolis de Santiago de Chile 94

Evaluación de la sostenibilidad del eje de movilidad urbana agroalimentario lago de Valencia, San Joaquín, Edo Carabobo. 105

Gestión del estacionamiento en vía: caso Bogotá, zonas de parqueo pago – ZPP. 117

Impactos urbanos generados por los sitm: una mirada comparativa de los casos de Bogotá y Medellín (Colombia) 124

Influencia del ambiente construido y patrones socioeconómicos en la elección modal mediante análisis de regresión sobre datos espaciales 134

Los problemas a resolver en los servicios de transporte público urbano 146

La ordenanza tdm de San Francisco: una herramienta para promover opciones de viaje en un periodo post-Covid 151

Modelo de red de transporte masivo basado en estudios de espacios de actividad y movilidad cotidiana para la fomentar la movilidad urbano sostenible en el area metropolitana de Arequipa 163

Movilidad durante y ex post de la pandemia Covid-19 en Puebla y Montreal – diagnóstico y perspectivas 174

Movilidad intermetropolitana en los municipios de Toluca, Zinacantepec y Almoloya de Juárez, Estado de México 185

O impacto das ciclovias sobre o tempo de descolamento e velocidade das vias nas grandes avenidas de Recife 196

Ordenamiento territorial y transporte en Costa Rica 206

PCA y análisis factorial para la interpretación de indicadores y dominios de habitabilidad en Bogotá 212

Política nacional de movilidad urbana sostenible del Ecuador 221

Transformaciones socioespaciales ante cambios en las infraestructuras de transporte. El caso del área metropolitana de Valparaíso (1998-2022) 232

Valoración de senderos peatonales en modelo de uso del transporte colectivoen el viaje al trabajo 241

FINANCIAMIENTO DE TRANSPORTE Y PARTICIPACIÓN PÚBLICA Y PRIVADA.....252

Cobro del estacionamiento en vía como fuente de financiamiento del transporte masivo. Utopía o distopía en Colombia - caso Cali 253

El impacto fiscal de las inversiones del sistema integrado de transporte de Santo Domingo (sit-sd) 264

GOBERNANZA EN EL TRANSPORTE Y MOVILIDAD: POLÍTICAS PÚBLICAS, MARCO REGULATORIO Y EL PAPEL DE LAS AUTORIDADES 278

¿Cuán diferente es la movilidad en la zona metropolitana de Monterrey, a 3 años del PIMUS? 279

Análisis de la coherencia de políticas públicas de caminos rurales en Perú 289

Fomento de la electromovilidad en el sistema de transporte público en la Ciudad de México. 302

Gobernanza en el transporte público de Sinaloa 311

La gobernanza dentro del engranaje de la transición energética del transporte público urbano y regional en Colombia 321

Los procesos de gobernabilidad y gobernanza en la selección e implementación de sistemas de transporte público en ecuador: el estudio de caso del tranvía de la ciudad Cuenca en el periodo 2011-2023 332

Plan de movilidad urbano sostenible de La Habana 344

Puntos para la vida: incentivos para el uso del transporte activo y masivo. 355

Retos de gobernanza metropolitana ante la operación del Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles 366

INNOVACIONES Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS EN TRANSPORTE.....376

Automação de informações para estimativa de custo de projeto de infraestrutura em bim – mapeamento sistemático da literatura..... 377

Orquestación del sistema de transporte urbano a través de una transformación digital en la megalópolis de Lima..... 388

Sistemas energeticos de flotas de transporte público. Evaluación de impactos. Aplicación al caso de Santo Domingo..... 394

MOVILIDAD ACTIVA Y MODALIDADES ALTERNATIVAS (A PIE, BICICLETAS, MOTOS, MOTOTAXIS, METROCABLES Y OTROS) 405

Accesibilidad a las ciclovías recreativas de Manizales (Colombia) y equidad espacial..... 406

Análisis del cambio modal en el día sin carro y sin moto en la ciudad de Ibagué (Colombia), oportunidad para la bicicleta 417

Bicicletas compartidas en Bogotá: satisfacción y lealtad en la elección modal de bicicletas públicas. 426

Diagnóstico y análisis georeferencial de la infraestructura de micromovilidad en el par vial ubicado en la localidad de Teusaquillo, Bogotá D.C. 436

Efecto de actitudes y percepciones en la intención de usar la bicicleta y patineta eléctricas ... 447

Estudios previos para un sistema de bicicleta público en el gran Santo Domingo..... 460

Los beneficios de los usuarios del metrocable línea K en Medellín – Colombia..... 471

Motivaciones para el uso del mototaxi: una aproximación desde los modelos de ecuaciones estructurales..... 483

Neomovilidad: hacia la implementación de un sistema de transporte bajo en carbono en La Habana 494

Sob luta e sobre duas rodas: cicloativismo e políticas públicas de mobilidade por bicicletas no Brasil..... 503

Uma possibilidade metodológica de índice de caminhabilidade para diagnóstico e revitalização de áreas no entorno de estações de metrô 514

MOVILIDAD, EQUIDAD E INCLUSIÓN 527

Género y transporte: caso taxi, ¿cómo mejorar la experiencia de viaje de las mujeres entorno a la percepción de seguridad de su viaje en Bogotá?..... 528

Avaliação preliminar da microacessibilidade no entorno do vlt utilizando dados do censo demográfico: estudo para equidade e inclusão na mobilidade..... 539

Cambios de paradigmas de infraestructura segura en entornos urbanos..... 550

Ciudad de 15 minutos y justicia espacial: aproximación metodológica mediante accesibilidad geográfica..... 561

Diseño de instrumentos para la incorporación de la perspectiva de género en la planificación y gestión del transporte público 572

Inequidad en la accesibilidad a los equipamientos de educación escolar: el caso de la ciudad de Calama, Chile 584

La comunicación como parte de la sensibilización de públicos y decisores en función de una movilidad equitativa e inclusiva. 595

Movilidad del cuidado: experiencias en la ciudad de Lima 605

Participacion de usuarios en el diseño de rutas de transporte público. Caso estado Miranda, Venezuela. 616

Plan de movilidad sustentable de la provincia de La Rioja -Argentina- ejemplo de movilidad e inclusión en una ciudad intermedia. 627

Transitando del paradigma del transporte al de la movilidad: 30 años de discursos y acciones públicas en la Ciudad de México (1994-2024) 637

Viajes por acompañamiento: un análisis con perspectiva de género en la movilidad urbana ... 647

PLANEAMIENTO, ECONOMÍA Y MODELACIÓN 659

Agravamento da tendência de redução da demanda por transporte público na região metropolitana do Recife e Fortaleza pós pandemia 660

Recomendación multicriterio de la ubicación de parques, gimnasiosbiosaludables y zonas de esparcimiento en Manizales 672

Modelación de uso del suelo y su aplicación en distintos contextos. Retos y oportunidades. .. 684

Utilización de big data y crowdsourcing de datos móviles para la obtención de matrices de viaje origen - destino. Caso de estudio: Santo Domingo, República Dominicana 696

SEGURIDAD VIAL E INGENIERÍA DE TRÁNSITO 707

La motocicleta en latinoamérica. Un reto de política pública, ingeniería y salud pública..... 708

Análisis del impacto del sistema informal motoconcho en el sistema de transporte público organizado de Santo Domingo, República Dominicana. 713

Análisis de tránsito y seguridad vial en intersecciones aledañas a instituciones educativas. Estudio de caso Popayán Colombia. 723

Estructura administrativa de la seguridad vial en los decenios de acción: meditando el caso de Costa Rica 745

Impacto del crecimiento de la flota de motocicletas en Costa Rica 758

Influência da expansão da frota de motocicletas e aplicativos de mobilidade em sinistros de trânsito – caso do Recife-PE 767

Instrumentos jurídicos das Nações Unidas sobre segurança viária na região das Américas..... 779

Monitoreo de la siniestralidad vial de ciclistas en el área metropolitana de caracas mediante sistemas de información geográfica 792

O impacto das faixas exclusivas para ônibus na velocidade de tráfego – o caso de uma grande avenida de Recife 804

Programa de seguridad vial en el Distrito Nacional ‘’ salvando vidas’’..... 815

Selección de tramos críticos e inspección de seguridad vial en la red nacional de carreteras de la República Dominicana 824

TRANSPORTE DE CARGA 835

Impactos de puertos de gran capacidad sobre el entorno urbano 836

O trade-off entre eficiência técnica e sustentabilidade na logística urbana 847

TRANSPORTE PÚBLICO: ORGANIZACIÓN, GESTIÓN, EQUIDAD, ACCESIBILIDAD, INTEGRACIÓN 857

¿Se atomizará el servicio de transporte público durante la post pandemia? 858

Accesibilidad de personas en silla de ruedas al sistema de transporte público masivo BRT Transmilenio, Bogotá. 869

Alternativas en la implementación de un sistema de buses de alta capacidad, BRT, en la Ciudad de Pasto (Colombia) 882

Cables aéreos cómo modo de transporte público: revisión de avances tecnológicos, características del área de servicio e impactos sociales en Latinoamérica y el Caribe 894

Caracterización de las tarifas técnica y social del transporte público en la metrópoli de Guadalajara, México 906

Efectos sobre el empleo de un sistema de transporte masivo: un análisis expost- de la ruta 1 de Puebla, México 920

Formulación de estrategias para mejorar la movilidad en los entornos de las terminales de buses de larga distancia de Buenos Aires, Argentina 932

Organización, gestión, equidad, integración y accesibilidad en el transporte público de América del Sur 954

Plan de acción para incorporar la perspectiva de género en proyectos de transporte para la zona metropolitana de Monterrey 964

Utilización de algoritmos genéticos en la optimización de la operación de servicios de transporte público 973

POSTERS 984

AMBIENTE Y MERCADO ENERGÉTICO 985

Viabilidad de autobuses eléctricos en el transporte público de pasto y su impacto en la sostenibilidad 986

DESARROLLO URBANO, TRANSPORTE Y MOVILIDAD 990

Análisis sobre implementación de infraestructura para micromovilidad en la ciudad de Pasto-Nariño. Un reto para un futuro sostenible en pequeñas ciudades de Colombia 991

Planificación del estacionamiento en vías principales del centro de Tumaco-Colombia 997

MOVILIDAD ACTIVA Y MODALIDADES ALTERNATIVAS (A PIE, BICICLETAS, MOTOS, MOTOTAXIS, METROCABLES Y OTROS) 1008

Estudo sobre evidências de redução de acidentes com ciclistas no Recife com o aumento da infraestrutura cicloviária 1009

MOVILIDAD, EQUIDAD E INCLUSIÓN 1013

Infraestructura peatonal requisitos mínimos, casos PMR: sector Maridiaz, Pasto, Nariño 1014

TRANSPORTE DE CARGA..... 1018

Evaluación del aprovechamiento de los proyectos de sistemas ferroviarios para el abastecimiento urbano en ciudades colombianas: el caso del Regiotram de Occidente (Bogotá) y el tren de cercanías del Valle del Cauca. 1019

CIERRE 1024

AGRADECIMIENTOS 1024

CLATPU 2024

Sobre los CLATPU

Los Congresos Latinoamericanos de Transporte Público y Urbano (CLATPU) son organizados por la Fundación Latinoamericana de Transporte Público y Urbano (ALATPU), organización no gubernamental fundada e integrada por reconocidos expertos internacionales, con sede en la ciudad de Buenos Aires, Argentina, en conjunto con organizaciones y/o centros académicos de las ciudades anfitrionas. Están dirigidas y orientadas a las autoridades nacionales, regionales y municipales de transporte, tránsito y movilidad, interesadas en los temas de transporte público y urbano, movilidad urbana, movilidad sostenible, gestión urbana y planificación del tránsito y transporte, operadores, consultores, docentes. Y estudiantes universitarios y todos aquellos interesados en el tema del transporte, la movilidad urbana y la recuperación del espacio público.

Comité Honorífico

- **Sr. Joel SANTOS ECHAVARRÍA**
  Ministerio de la Presidencia
- **Sr. José ALTAGRACIA GONZÁLEZ SÁNCHEZ**
  Oficina Metropolitana de Servicios de Autobuses (OMSA)
- **General, P.N. Francisco OSORIA DE LA CRUZ**
  Dirección General de Seguridad de Tránsito y Transporte Terrestre (DIGESETT)
- **Sr. Deligne Alberto ASCENSIÓN BURGOS**
  Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC)
- **Sr. Rafael Antonio SANTOS PÉREZ**
  Oficina para el Reordenamiento del Transporte (OPRET)
- **Sr. David COLLADO**
  Ministerio de Turismo
- **Sr. Roberto ALVAREZ**
  Ministerio de Relaciones Exteriores

Comité Técnico Internacional

- **Patricia BRENNAN**
  Argentina
- **Orlando STRAMBI**
  Brasil
- **William CASTRO**

Colombia

- **Carlos CONTRERAS**
  Costa Rica
- **Guadalupe RODRÍGUEZ**
  Cuba
- **Oscar FIGUEROA**
  Chile
- **César ARIAS**
  Ecuador
- **Bernardo NAVARRO**
  México
- **Jesús UZCÁTEGUI**
  Venezuela
- **Juan TAPIA**
  Perú
- **Rosa Virginia OCAÑA**
  Venezuela

Comité Organizador Local

- **Patricia BRENNAN**
  Fundación Latinoamericana de Transporte Público y Urbano (ALATPU)
- **Rosa Virginia OCAÑA**
  Fundación Latinoamericana de Transporte Público y Urbano (ALATPU)
- **Rosanna FERRERAS**
  Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre (INTRANT)
- **Ignacio GONZALEZ**
  Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre (INTRANT)
- **Fernando LLORET**
  Alcaldía del Distrito Nacional (ADN)
- **Gleisson Iván MAÑON PUJOLS**
  Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores (CODIA)
- **Mizooky MOTA**
  Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU)
- **Alma FERRERA**
  Consejo Nacional de Discapacidad (CONADIS)
- **Yíndhira TAVERAS**
  Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD) – Fideicomiso para el Desarrollo del Sistema de Transporte Masivo de la República Dominicana (FITRAM)
- **Beatriz FERNANDEZ**
  Liga Municipal Dominicana (LMD)

Comité de Selección (Coordinador)

- **Mónica ALVARADO**
  Argentina
- **Patricia BRENNAN**
  Argentina

- **Orlando STRAMBI**
  Brasil
- **Oscar FIGUEROA MONSALVE**
  Chile
- **William CASTRO**
  Colombia
- **Carlos CONTRERAS MONTOYA**
  Costa Rica
- **Alexandra CEDEÑO VILLEGAS**
  República Dominicana
- **Rosa Virginia OCAÑA ORTIZ**
  Venezuela
- **Jesús UZCATEGUI MIRANDA**
  Venezuela

ORGANIZAN

CO- ORGANIZAN

SEDES

PATROCINAN

COLABORAN

PRESENTACIÓN

El XXII Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano (CLATPU 2024) se ha realizado por primera vez en la ciudad de Santo Domingo de República Dominicana. Esto, luego de 21 ediciones llevadas a cabo en 18 ciudades latinoamericanas, desde 1984. Quince de esos eventos se han celebrado en ciudades de América del Sur, tres en Centroamérica y tres en el norte.

La periodicidad de los CLATPU ha sido variable en el tiempo, entre 1 y dos años, aunque en los tiempos del Covid19, se distanció 3 años. Los CLATPU son organizados por la Fundación Latinoamericana de Transporte Público y Urbano (ALATPU), organización no gubernamental creada en 2005 en Buenos Aires, Argentina, con el fin de proveer información, investigación y análisis de todos los aspectos del transporte público y urbano en los países de Latinoamérica y cuyos objetivos comprenden, entre otros, el promover la realización de encuentros, seminarios, cursos y otros eventos destinados al debate y búsqueda de soluciones para los problemas de movilidad de los países latinoamericanos y el intercambio tecnológico y de experiencias entre los interesados en el desarrollo de sistemas de transporte urbano sustentables.

En esta oportunidad, en Santo Domingo, el CLATPU ha contado con dos sedes, la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), la más antigua de América, para los dos primeros días y la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), para los dos siguientes.

El tema central del CLATPU 2024 es "Movilidad sostenible, intermodalidad y equidad", resaltando la relevancia que tienen la equidad y la intermodalidad para el logro de una movilidad sostenible.

El objetivo del CLATPU 2024 es, como en las ediciones anteriores, el intercambio de experiencias de orden práctico entre ciudades y países, la diseminación del conocimiento y del avance teórico que la región

experimenta y la discusión sobre las particularidades de determinados temas considerados de relevancia para el transporte en general, y en particular en el transporte público en el contexto urbano.
Los CLATPU están dirigidos y orientados a las autoridades nacionales, regionales y municipales de movilidad, transporte y tránsito, a operadores, consultores, profesores y estudiantes universitarios y a todas aquellas personas interesadas en el tema del transporte, la movilidad urbana y la recuperación del espacio público.

Agradecidos por su asistencia y participación,

Patricia Brennan, Rosa Virginia Ocaña y Carlos Contreras
Fundación ALATPU

ÁREAS TEMÁTICAS

AMBIENTE Y MERCADO ENERGÉTICO

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN VÍAS RURALES NO PAVIMENTADAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CENIZAS DE CÁSCARA DE CAFÉ.

Claudia Viviana Carrasquilla Astudillo
Universidad del Cauca, Popayán, Cauca, Colombia. claudiavc@unicauca.edu.co

Carlos Aníbal Calero Valenzuela
Universidad del Cauca, Popayán, Cauca, Colombia ccalero@unicauca.edu.co

Ferney Quiñones Sinisterra
Universidad del Cauca, Popayán, Cauca, Colombia. ferneyquinones@unicauca.edu.co

RESUMEN

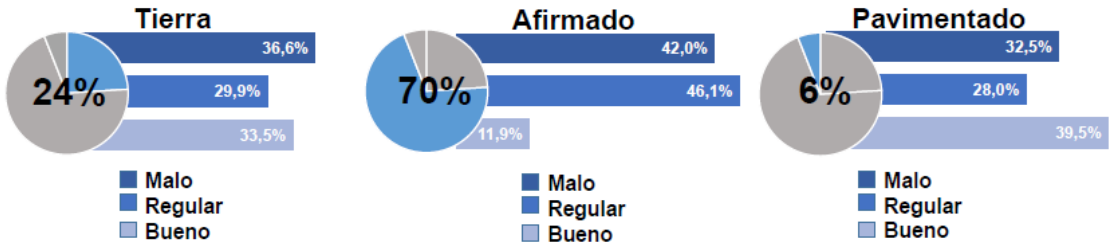
En los procesos constructivos de carreteras es común encontrar que los suelos que se pretenden utilizar como subrasantes no cuentan con las especificaciones mínimas requeridas. Las carreteras construidas sobre este tipo de suelos sufren desgastes y deterioros tempranos debido a las características de expansión y contracción en condiciones variables de humedad, además de la baja resistencia que poseen. Para solventar este problema, se han utilizado distintas metodologías de estabilización, como el reemplazo del suelo, la adición de materiales granulares, entre otros, siendo la estabilización química con productos no convencionales, una de las más innovadoras, por la reducción de costos que genera, además del aprovechamiento de materiales del sitio y la disminución de contaminación en el medio ambiente. Esta investigación evalúa el uso sostenible y potencial de la ceniza de cáscara de café (CCC) para el mejoramiento de suelos finos no resistentes y susceptibles a fallas. Para ello, se analizó la efectividad del tratamiento con CCC realizando ensayos en laboratorio como límites de Atterberg, resistencia a la compresión inconfinada (UCS) y ensayos de estabilidad al agua, al mezclar suelos arcillosos (CH, CL) con diferentes porcentajes de adición de CCC (10%, 15%, 20% y 25%). Los resultados demostraron que los suelos tratados con CCC presentan mejoras en su comportamiento, incluso en presencia de agua. De esta manera es posible concluir que este tipo de tecnología genera beneficios sostenibles, económicos y amigables con el medio ambiente.

1. Introducción

El uso de carreteras es el medio de transporte más utilizado en Colombia, por lo que, la construcción, mejoramiento, mantenimiento y adecuación de estas que comuniquen poblaciones de distintas partes, "con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad" (Cárdenas, 2013), se convierten en factores clave para la expansión económica, pues así como lo define Ríos (2019), la infraestructura y la logística "son cruciales para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la región, dado que poseen el potencial de ofrecer oportunidades y servicios públicos de calidad, como por ejemplo agua, saneamiento e infraestructura de transporte urbano", además de generar empleo y una considerable mejoría en la educación y en la comunicación entre regiones, dando lugar a procesos de integración y por ende, a la globalización, proporcionando así, bienestar social y un desarrollo sostenible de la economía.

La red vial colombiana posee 206,500 km, de los cuales, el 9% (19,079 km) son primarias, el 22% (45,137 km) son carreteras secundarias y el 69% (142,284 km) son terciarias o conocidas comúnmente como rurales (Ministerio de Transporte, 2023). De acuerdo con el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2016), la red vial rural cuenta con un 24% de vías en tierra, un 70% de vías en afirmado y un 6% de estas se encuentran pavimentadas y que, además, independientemente del tipo de estructura, no se encuentran en condiciones óptimas, pues únicamente el 25% está en buen estado; como se observa en la Figura 1.

Figura 1: Condiciones de la infraestructura vial rural en Colombia.



Dichas condiciones en las que se encuentra la red vial rural del país no es la adecuada, pues generan problemas de movilidad, incrementos en los tiempos de viaje, consumo de combustible y, por ende, sobrecostos en el transporte y comercio de productos agrícolas y, es así como surge la necesidad de buscar soluciones de movilidad. La estabilización química es una de las soluciones a tener en cuenta, pues como lo indican Laguna y Chacón (2020) "es ampliamente utilizada en la ingeniería civil por los beneficios que trae tanto en la reducción de costos como en el aprovechamiento de

materiales de sitio", puesto que se centra en la adición de productos que logren mejorar las propiedades del suelo: resistencia, durabilidad, etc. Atahu et al. (2020) afirman que "existe una tendencia creciente a reemplazar los estabilizadores tradicionales con subproductos industriales y agrícolas debido a los recursos limitados y la demanda a gran escala de aditivos tradicionales", por lo que, aún se está buscado reemplazarlos y es aquí donde "Una de esas alternativas es la producción de café que genera una gran cantidad de residuos de café" (Atahu et al., 2020).

Colombia es un país conocido por su amplia biodiversidad, además de la cantidad de territorio agrícola, montañoso y extenso que posee, convirtiéndolo en un país diverso tanto en su flora y fauna, como en sus costumbres, cultura y, de igual manera, posibilitan el cultivo de diferentes productos agrícolas a lo largo de todo su territorio. El café ha sido uno de los cultivos más importantes, pues a lo largo de su historia, no solamente ha logrado posesionar al país como uno de los mejores productores a nivel mundial "debido a que es catalogado por los consumidores como uno de los mejores en el mundo, gracias a la calidad en el grano y como producto final" (Urrego y Godoy, 2021), sino que, además, ha fortalecido el desarrollo económico, social y cultural de este.

La producción del café genera una cantidad considerable de residuos, causantes de contaminación en las zonas agrícolas y en general, del medio ambiente. El proceso industrial que debe realizarse para la obtención del café comercial consiste en una etapa de transformaciones que, como lo mencionan Urrego y Godoy (2021) "generan residuos o subproductos los cuales pueden sumar entre el 30%-50% de la producción total [...] que contribuye en gran escala a la contaminación y a problemas ambientales", por lo que, es indispensable que se plantee un adecuado uso y manejo de estos.

Los residuos del café, como lo es su cáscara, se pueden emplear en diversas áreas de la industria de manera potencialmente sostenible. Así lo afirman Urrego y Godoy (2021): pueden ser utilizados en la generación de nuevos materiales, forjando rendimientos aceptables para aplicaciones, además de contribuir a compuestos diseñados para la sostenibilidad y la conservación ambiental.

En la presente investigación se resalta y demuestra que el uso de la ceniza de cáscara de café en el mejoramiento de los suelos puede traer beneficios para la red vial rural y a su vez, disminución en el pasivo ambiental, dado que conduce a una reducción de la contaminación ambiental asociada con la eliminación de desechos y también ayuda a reducir los costos asociados con la construcción de vertederos y carreteras, además de disminuir la dependencia de materiales vírgenes y la importación de materiales extranjeros.

2. Metodología

En el marco de esta investigación, se inició con la revisión de literatura, la cual se enfocó en la recopilación referente a la producción de café en Colombia, teniendo en cuenta el procedimiento industrial que se lleva a cabo para la recolección, transformación, transporte y comercialización. Posteriormente, se tuvieron en cuenta las investigaciones realizadas en distintos países respecto a la utilización del café en el mejoramiento de suelos de subrasantes en vías rurales, destacando los tipos de suelo utilizados, los ensayos realizados y los valores de importancia obtenidos, dando lugar a la recopilación de datos acerca de los porcentajes de ceniza, suelo, agua y/o aditivos; logrando adquirir fundamentos teóricos relevantes para el buen desarrollo de la investigación.

Como siguiente fase, se procedió a realizar el trabajo en campo. Inicialmente, se realizó la extracción de material para las muestras de suelo, seleccionando aquellos suelos arcillosos dentro de la clasificación SUCS, es decir, arcillas de alta y baja plasticidad (CH, CL). De igual manera, se recolectó la ceniza de cáscara de café en depósitos que la utilizan como combustible para el secado mecánico del mismo. Posteriormente y de acuerdo con la información recopilada en la revisión de literatura, se efectuó la mezcla de suelo con CCC en los diferentes porcentajes establecidos (10%, 15%, 20% y 25% del peso seco de la muestra) y se realizaron los ensayos de laboratorio para la determinación de plasticidad y resistencia tanto de estas mezclas como también de los suelos en su estado natural (o sin estabilizar).

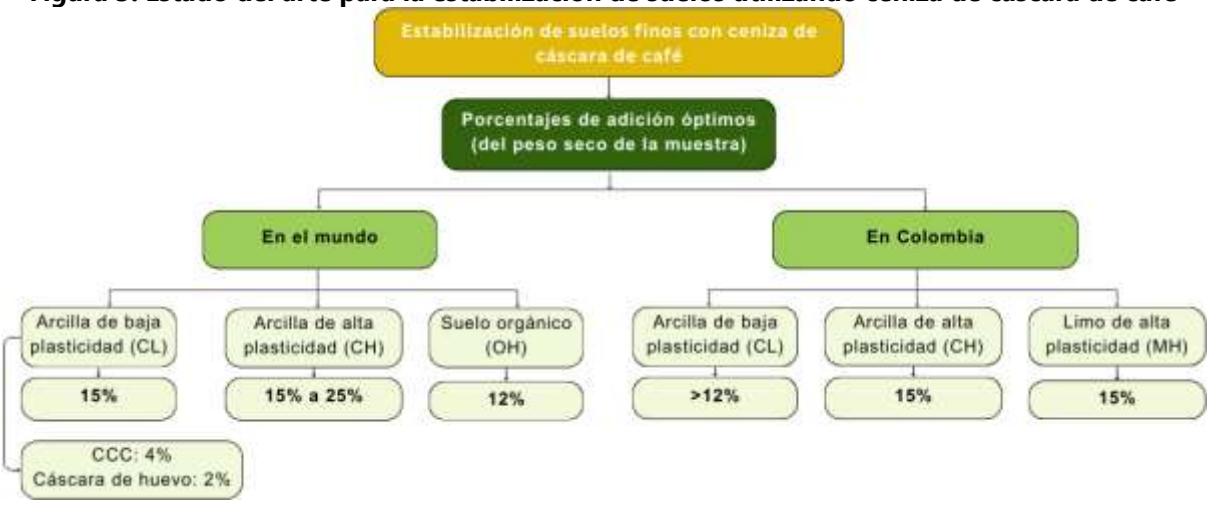
Por último, se evaluaron y analizaron los resultados obtenidos con el fin de establecer si existió algún tipo de mejora en los suelos al ser mezclados con el aditivo (CCC). Para ello, se compararon las propiedades del suelo estabilizado con respecto al suelo sin estabilizante, lo cual permitió establecer cuantitativamente los cambios obtenidos. De esta manera, se estableció, para cada tipo de suelo, el porcentaje óptimo de adición, así como el tipo de suelo sobre el cuál el proceso de estabilización fue más efectivo.

3. Resultados y discusión.

3.1. Revisión de literatura

Para el planteamiento del proyecto, se verificó el proceso industrial del café y sus residuos, los estudios realizados con alternativas no convencionales y sus aportes a la literatura y la metodología desarrollada para la estandarización de nuevas alternativas. La cáscara de café ha sido el subproducto del mismo que más se ha estudiado para su aprovechamiento, por lo que dichas investigaciones han logrado obtener información detallada sobre la cáscara de café, cuya composición es 100% fibra y que, de acuerdo con Urrego y Godoy (2021) "puede ser utilizada en materiales para la construcción", dado que cuenta con características higrotérmicas y agentes capaces de brindar los mismos beneficios que materiales convencionales en la estabilización de suelos, mejorando sus propiedades mecánicas, aumentando su capacidad portante y, a su vez, alargando su vida útil. En la Figura 3 se resumen los porcentajes óptimos de CCC obtenidos en las investigaciones, para cada tipo de suelo según su clasificación SUCS.

Figura 3: Estado del arte para la estabilización de suelos utilizando ceniza de cáscara de café



En este sentido, de acuerdo con la literatura previa, se estableció, para la presente investigación, que los porcentajes de adición a evaluar de ceniza de cáscara de café serían 10%, 15%, 20% y 25% del peso seco de la muestra y que, además, los suelos los cuales se les realizaría el proceso de estabilización serían suelos finos arcillosos, tanto de baja como alta plasticidad (CH, CL), de acuerdo con su clasificación SUCS.

Los ensayos de laboratorio que se realizaron para la evaluación de la resistencia y la plasticidad de los suelos se determinaron de acuerdo con el convenio 1633 de la Universidad del Cauca con el Instituto Nacional de Vías, los cuales se describen en la Figura 4.

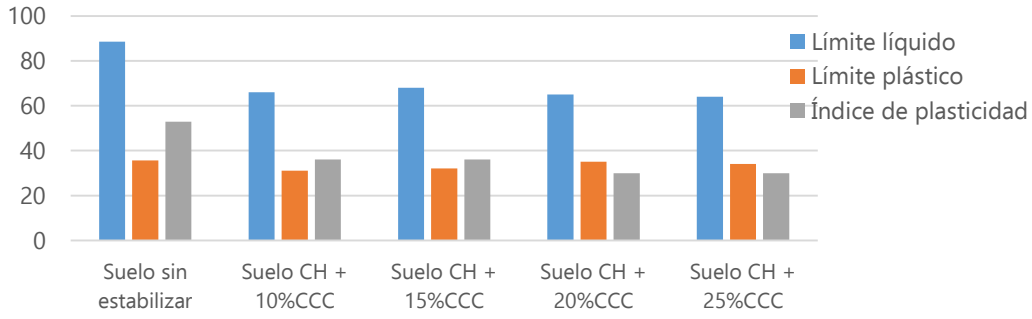
Figura 4: Ensayos de laboratorio determinados para la evaluación del proceso de estabilización

3.2. Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg (LL, LP, IP) son comúnmente utilizados para la estimación del potencial de expansión de los suelos, permitiendo identificar problemas geotécnicos en su trabajabilidad y plasticidad, por lo que juegan un papel importante en la identificación y clasificación del suelo (Atahu et al., 2020).

En la Figura 5 se presentan los resultados de la dosificación de (CCC) sobre el suelo 1: arcilla de alta plasticidad (CH).

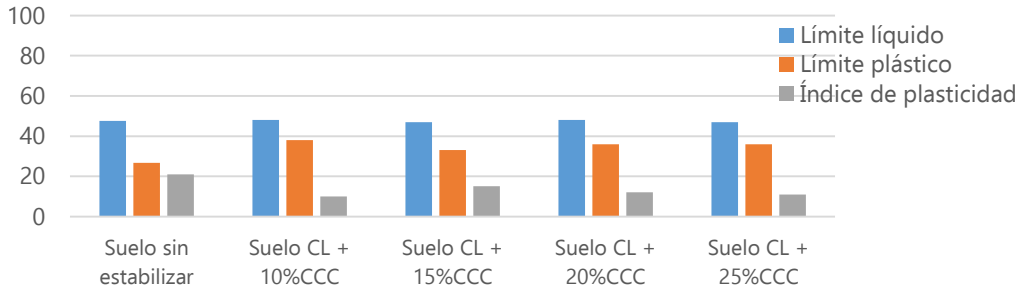
Figura 5: Límites de Atterberg. Suelo CH + %CCC



Se observa el efecto de la dosificación de ceniza en las diferentes proporciones sobre la plasticidad del suelo. Inicialmente, se observa una considerable disminución del límite líquido al agregarle el aditivo, además de una disminución similar el índice de plasticidad.

De igual manera, en la Figura 6, se observan los resultados correspondientes para la mezcla de suelo 2: arcilla de baja plasticidad (CL) con ceniza de cáscara de café:

Figura 6: Límites de Atterberg. Suelo CL + %CCC



Para este suelo, se observa que no existen cambios significativos en el límite líquido, sin embargo, existe un aumento en el límite plástico que, como consecuencia, genera una reducción del índice de plasticidad al agregarle el aditivo.

Los resultados en la reducción de la plasticidad del suelo al adicionar CCC sobre los suelos puede deberse a las reacciones químicas entre dicho aditivo y el suelo, como afirma Atahu et al. (2020): puede deberse a un comportamiento similar al que tiene el cemento al entrar en contacto con el agua, lo cual implica una floculación y aglomeración de partículas de arcilla, reduciendo así, la absorción de agua y, por lo tanto, la plasticidad. Lo anterior puede indicar que el suelo se convierte en uno más estable, menos expansivo, pues a menos índice de plasticidad, menor es el potencial de expansión y con el cual se puede realizar una mejor compactación.

3.3. Resistencia a la compresión inconfinada

El ensayo de resistencia a la compresión inconfinada (UCS) es comúnmente utilizado para evaluar la efectividad del aditivo estabilizante. Dicha resistencia es un factor importante para estimar los criterios de diseño para el uso del suelo como material de pavimento. Como se menciona en la revisión de literatura, se realizaron 3 métodos para la evaluación de la resistencia del suelo, los cuales se describen a continuación:

Tabla 1: Métodos utilizados para la prueba de resistencia inconfinada (UCS)

	Tiempo de curado (días)	Condición de la probeta
Método A	0, 7, 14 y 28	Estado seco
Método B	28	Proceso de saturación por inmersión por 1 hora
Método C	0, 7, 14 y 28	Proceso de saturación por ascensión capilar

En las Figuras 7, 8 y 9, se observan los resultados obtenidos para cada uno de los métodos utilizados en el ensayo UCS para el suelo 1: Arcilla de alta plasticidad, con los diferentes porcentajes de adición de CCC.

Figura 7: Ensayo UCS (Método A). Suelo CH + %CCC

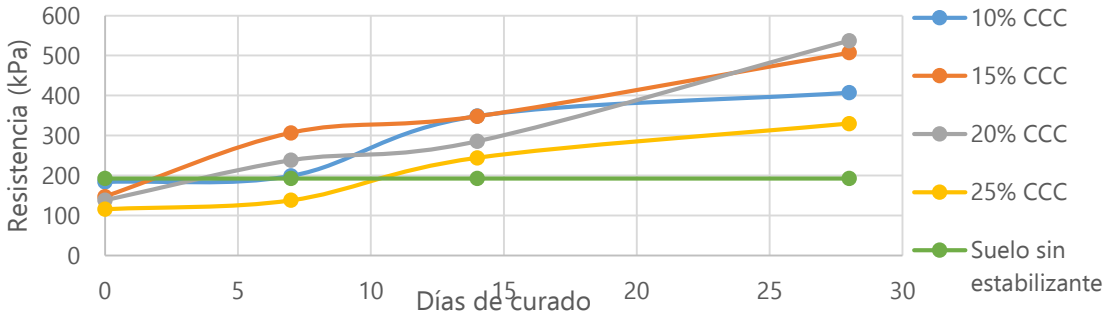


Figura 8: Ensayo UCS (Método C). Suelo CH + %CCC

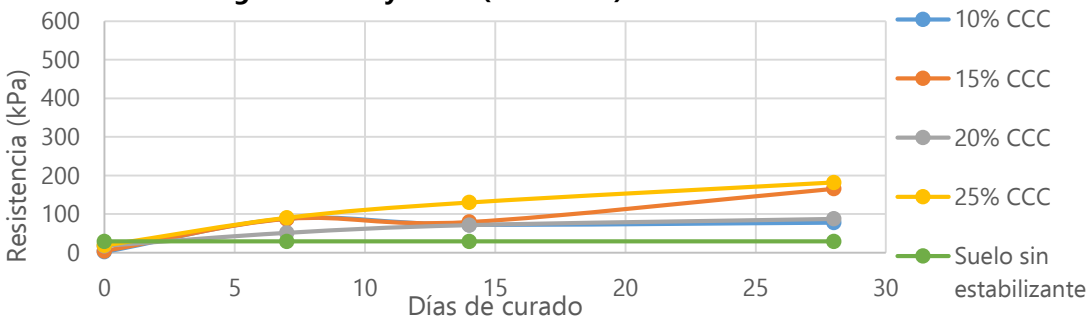
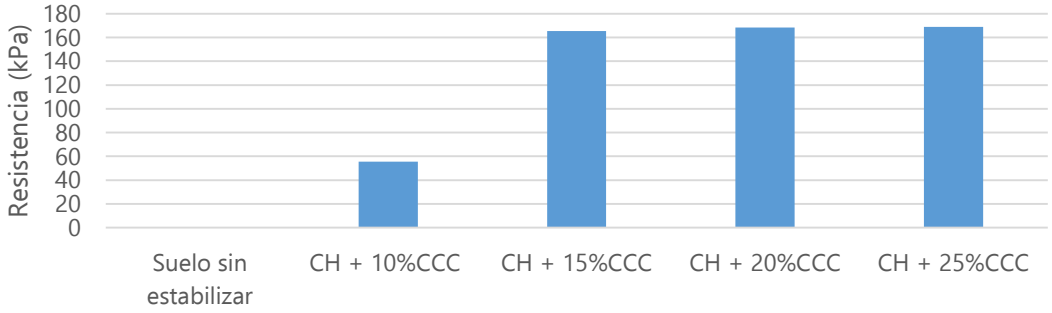


Figura 9: Ensayo UCS (Método B). Suelo CH + %CCC



Se demuestra la influencia que tiene la CCC sobre el suelo arcilloso de alta plasticidad, mostrando un considerable mejoramiento pues, para el método A, se observa que la resistencia del suelo es casi triplicada en presencia de aditivo para un porcentaje de adición de 15%CCC y que, además, a medida que transcurre el tiempo de curado de las mezclas de suelo con aditivo, el suelo se convierte en uno más resistente, lo cual se debe al tiempo que toman las reacciones químicas que se están produciendo en la mezcla. De igual manera, para el ensayo de estabilidad al agua, el cual se realizó con el fin de determinar el comportamiento de la mezcla de suelo con CCC cuando se encuentra a la intemperie, se observa que el agua tiene un efecto negativo sobre el suelo, disminuyendo su resistencia a un 15% de la que posee en estado seco, sin

embargo, al adicionarle CCC, a medida que aumenta el tiempo de curado, aumenta la resistencia, demostrando el efecto estabilizante que tiene en presencia del agua.

Lo anterior se debe a las fuerzas de atracción entre las partículas del suelo estabilizado, que funcionan de manera similar a como lo haría un material cementante luego de su etapa de curado, haciendo que la presión capilar generada en las paredes de los poros disminuya y eliminando paulatinamente el riesgo de colapso.

Ahora, en las Figuras 10, 11 y 12, se observan los resultados obtenidos para cada uno de los métodos utilizados en el ensayo UCS para el suelo 2: Arcilla de baja plasticidad, con los diferentes porcentajes de adición de CCC.

Figura 10: Ensayo UCS (Método A). Suelo CL+ %CCC

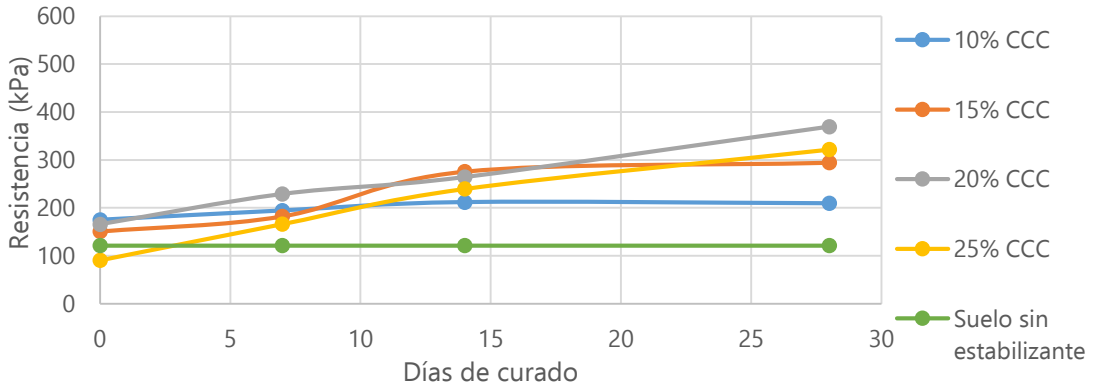


Figura 11: Ensayo UCS (Método C). Suelo CL+ %CCC

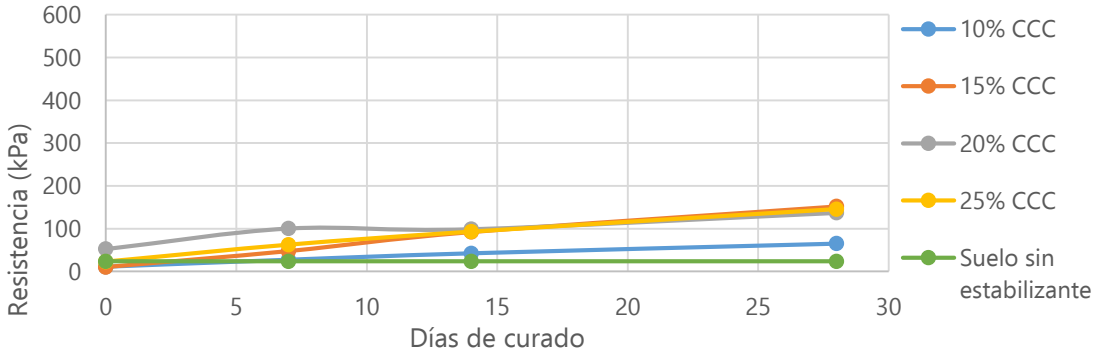
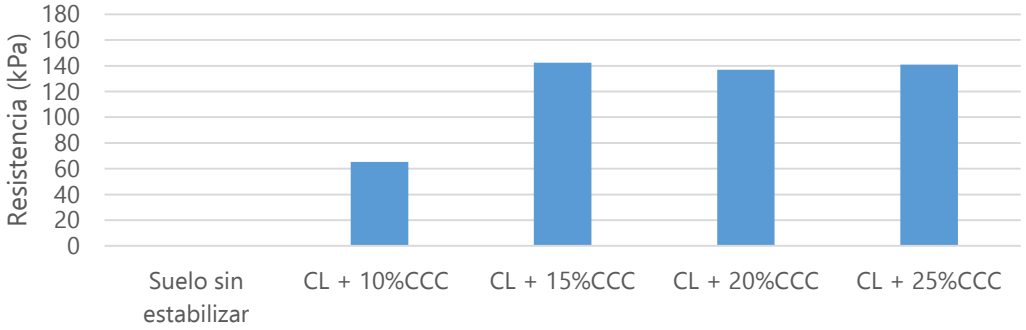


Figura 12: Ensayo UCS (Método B). Suelo CL+ %CCC



Para este caso, desde el día cero, la resistencia del suelo es menor en su estado natural (121kPa), en comparación con las distintas mezclas de suelo con aditivo (CCC) y, además, a medida que transcurre el tiempo de curado, sigue aumentando la resistencia. Se observa que la resistencia del suelo es triplicada al adicionarle 15% CCC, por lo que se puede establecer como el óptimo para estabilizar una arcilla de baja plasticidad (CL). Al comparar los resultados obtenidos para este tipo de suelo con respecto al suelo 1, se observa un comportamiento similar, por lo que la presencia de arcilla en el suelo es fundamental en las reacciones de la mezcla.

Ahora, al igual que para el suelo 1, el agua genera una disminución de la resistencia del suelo considerable y, la adición de CCC, a medida que transcurre el tiempo de curado, contrarresta dicho efecto, reforzando el planteamiento que afirma que la CCC tiene un efecto estabilizante en presencia del agua, independientemente del método de saturación al cual se vea expuesto el suelo. Comprobando así que la ceniza de cáscara de café se comporta de manera similar ha como lo haría un material cementante.

4. Conclusiones

Las cenizas de cáscara de café pueden considerarse un producto potencial e innovador con una tendencia de desarrollo en el futuro. Se demostró que posee un potencial considerable en la Ingeniería Civil, ya que, al ser mezclado con el suelo, le brinda mayor capacidad portante, además mejora su resistencia a la compresión, disminuye el índice de plasticidad, así como la expansión y contracción del suelo, funcionando como un material conglomerante, debido a la poca afinidad que tiene con el agua. Por lo tanto, utilizando esta metodología, es posible potenciar las propiedades de los suelos en condiciones húmedas a las cuales se verá diariamente expuesto en campo y puede ser implementable en la estabilización de taludes, construcción de terraplenes y, especialmente, en el mejoramiento de suelos de subrasante.

La utilización de cenizas de cáscara de café en la estabilización de suelos genera beneficios económicos y prácticos en el ámbito de la construcción, mejoramiento y/o mantenimiento de vías, pues, al ser un material de fácil acceso, el costo total de construcción se puede reducir considerablemente en comparación con los métodos convencionales, evidenciando que este método de estabilización se puede convertir en una alternativa rentable. De igual manera, se pueden generar beneficios ambientales, debido al enfoque eficaz para la gestión de residuos, disminuyendo la contaminación ambiental, además de ayudar en la creación de oportunidades laborales.

La investigación permitió identificar las proporciones adecuadas para lograr una mejora sustancial en las propiedades del suelo de subrasante pues, los suelos evaluados (CH, CL) tuvieron comportamientos similares para cada porcentaje de adición y se obtuvieron los mejores resultados con un porcentaje de adición del 15%CCC, el cual logró aumentar la resistencia de ambos suelos hasta en un 300% y disminuyó el comportamiento plástico de estos.

5. Referencias bibliográficas

Álvarez Larreatigue, C. M., & Fuentes Salas, L. J. (2020). Ceniza de cáscara de café para mejora de la resistencia en subrasante con suelos arcillosos, Jaén. [Universidad César Vallejo]. Recuperado de: https://hdl.handle.net/20.500.12692/95214 (2023).

Atahu, M. K., Saathoff, F., & Gebissa, A. (2019). Strength and compressibility behaviors of expansive soil treated with coffee husk ash. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 11(2), 337–348.

Atahu, M. K., Saathoff, F., & Gebissa, A. (2020). Effect of Coffee Husk Ash on Geotechnical Properties of Expansive Soil. International Journal of Current Research, 9(02), 46401–46406. Recuperado de: http://www.journalcra.com (2023).

Cárdenas Grisales, J. (2013). Diseño geométrico de carreteras. ECOE Ediciones, Bogotá, Colombia.

Cobos Molina, M. A., Ortegon Ramirez, C. T., & Peralta Zarrate, J. C. (2019). Caracterización del comportamiento geotécnico de suelos de origen volcánico estabilizados con cenizas provenientes de cáscara de coco y cisco de café. Universidad Cooperativa de Colombia. Recuperado de: https://repository.ucc.edu.co/items/329973da-d787-4517-8fb0-13acd44f1148 (2023).

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2016). Política para la Gestión de la Red Terciaria: presupuesto informado por resultados. Departamento Nacional de Planeación, 1–50. Recuperado de: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Presentaciones/RED%20TERCIARIA%20CCI%20-%20DNP.pdf (2023).

Escobar Blas, G. E., & Reyes Asto, D. A. (2022). Influencia de la ceniza de café y cáscara de huevo para la estabilización de subrasante de un pavimento flexible del tramo Santa Elena - El Carmelo, Virú, 2022. Universidad Privada del Norte. Recuperado de: https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31294 (2023).

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia-FNC. (2020). Informe de Gestión Cauca 2020. *Comité de Cafeteros del Cauca.* Recuperado de: https://cauca.federaciondecafeteros.org/app/uploads/sites/2/2021/04/INFORME-DE-GESTI%C3%93N-con-enlaces.pdf (2023).

Gonzales Cuellar, T. (2021). Estabilización de suelos con cascarilla de café en caminos vecinales, tramo Dormenduyoc – Belenpata, Distrito de Echarati, La Convención – Cusco, 2021. [Universidad César Vallejo]. Recuperado de: https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84652 (2023).

Hernández García, A. F., & Herrera Vargas, M. F. (2019). Análisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcillo-limoso en la vereda de Liberia del municipio de Viotá Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarilla de café [Universidad de La Salle]. Recuperado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1520&context=ing_civil (2023).

Laguna Peñaloza, O. I., & Chacón Charcas, J. M. (2020). Análisis comparativo del comportamiento a la resistencia de un suelo fino con adición de ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de cascarilla de café. [Universidad Piloto de Colombia]. Recuperado de: http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9352 (2023).

MinTransporte, (2023). Plan Vial Regional – PVR. Recuperado de: https://mintransporte.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=d74d29d0484243bfbbcaf68ade9af521

Munirwan, R. P., Taha, M. R., Taib, A. M., & Munirwansyah, M. (2022). Shear Strength Improvement of Clay Soil Stabilized by Coffee Husk Ash. Applied Sciences (Switzerland), 12(11).

Olano Pérez, P. L. (2021). Estabilización de suelos cohesivos mediante incorporación de cenizas cascarilla café arábica, carretera Guineasa Mañumal km.0+000 al km.7+500,Utcubamba. [Universidad César Vallejo]. Recuperado de: https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74141 (2023).

Ortiz Parra, C. A. (2021). Estimación de la resistencia de un suelo fino con adición de ceniza de cascariila de café con relación a uno sin modificar. Universidad Piloto de Colombia. Recuperado de: http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/11086 (2023).

Ríos, G. (2019). Infraestructura y logística: herramientas para el desarrollo económico. CAF - Banco de Desarrollo de America Latina. Recuperado de: https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2019/04/infraestructura-y-logistica-herramientas-para-el-desarrollo-economico

Rivera, J. F., Aguirre-Guerrero, A., Mejía de Gutiérrez, R., & Orobio, A. (2020). Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). Informador Técnico, 84(2), 43–67. Recuperado de: https://doi.org/10.23850/22565035.2530

Urrego Yepes, W., & Godoy Pernalete, M. jose. (2021). Revisión - Aprovechamiento de los residuos de la agroindustria del café en la elaboración de materiales compuestos de matriz polimérica. Prospectiva, 19(2), 15.

Vargas, Y. E., Gutierrez, Y. M., & Rojas Marulanda, J. R. (2020). Estabilización de afirmado con ceniza proveniente de desechos de cascarilla de café para aplicar en suelos de construcción de vías [Universidad Cooperativa de Colombia]. Recuperado de: https://repository.ucc.edu.co/bitstreams/e811ce6e-5fcb-41f6-9f8b-84231d7821dc/download

SEMÁFOROS INTELIGENTES CON PANELES SOLARES EN LA CIUDAD DE MANIZALES, COLOMBIA

Álvaro Farid Gómez Gutiérrez
Universidad Nacional de Colombia, Manizales. Manizales, Colombia, agomezgu@unal.edu.co.

Juan Pablo Vallejo Bedoya
Universidad Nacional de Colombia, Manizales. Manizales, Colombia, juvallejob@unal.edu.co

Camilo Younes Velosa
Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Manizales, Colombia, cyounesv@unal.edu.co

RESUMEN

Este documento propone la implementación de semáforos inteligentes alimentados por energía solar en la ciudad de Manizales analizando su viabilidad y sus beneficios. El proyecto tiene como objetivos promover una fuente de energía sostenible, reducir la accidentalidad vial y generar ahorros económicos a la ciudad.

El estudio se basa en la recolección y análisis de datos provenientes de la distribución geográfica en la ciudad, la tasa de población beneficiada, índices de siniestralidad vial, el número de semáforos por comuna y los costos asociados a de implementación. Se destaca la importancia de identificar la comuna más viable para la implementación del sistema semafórico, tomando en cuenta dos enfoques estratégicos.

1. Introducción

Este proyecto busca presentar una alternativa de cambio a una fuente más amigable y sostenible de energía con el medio ambiente, mediante la implementación de semáforos inteligentes alimentados al 100% por energía solar, con el fin de obtener un ahorro en la economía de la ciudad de Manizales y reducir los índices de accidentalidad vial.

Un ejemplo claro del cambio que produce la implementación de estos semáforos se puede ver en el municipio de Cartago, donde el sistema de semaforización funciona al 100% de manera autónoma con energía solar además de producir energía adicional para otros propósitos, demostrando con datos verdes y reducción de accidentes que la implementación de este proyecto es eficiente y sustentable. (Prensa, 2020)

2. Metodología

Para la etapa uno se realizó la recolección de datos, con ayuda de distribuciones geográficas en la ciudad de Manizales, teniendo en cuenta datos, gráficos y estadísticas de la Secretaría de Movilidad y el Laboratorio de Innovación Pública. Se centra en buscar una tasa de población que podría llegar a ser la más beneficiada gracias a la implementación de semáforos inteligentes, ya sean personas con algún tipo de discapacidad, personas de la tercera edad o el mismo peatón común. También se obtuvo índices de siniestralidad vial, representados en datos, gráficas y estadísticas anuales de siniestros en zonas y comunas de Manizales.

3. Recolección y análisis de datos

En el estudio para la implementación de los semáforos inteligentes en la ciudad de Manizales se tomaron dos principales enfoques estratégicos: Principales benefactores y número de semáforos por comuna, esto con el fin de identificar la más viable para la implementación del sistema semafórico. Además de los costos de implementación de los semáforos tanto del sistema actual como el propuesto.

3.1. Principales benefactores

Para este primer enfoque se recolectó información proporcionada por la Secretaria de Salud y Movilidad de la ciudad de Manizales con el fin de identificar qué población sería la más beneficiada por este sistema.

3.1.1. Según rango de edad

En las Tablas 1 y 2, se tienen datos proporcionados por la Agencia Nacional de Seguridad Vial los cuales presentan los lesionados y fallecidos según el rango de edad en intervalos de 20 años en la ciudad de Manizales durante el periodo comprendido entre el año 2018 y 2021.

Tabla 1: Distribución de fallecidos según usuario vial 2018-2021. (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2021)

Rangos de edad	Peatón	Usuario de motocicleta	Usuario de bicicleta	Usuario de vehículo individual	Sin información
0-20	6	7	3	1	2
21-40	5	42	1	3	1
41-60	16	9	2	3	3
61-80	29	6	3	2	1
81-100	11	0	0	1	0
Total	67	64	9	10	7

Tabla 2: Datos de Lesionados según usuario vial 2018-2021. (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2021)

Rangos de edad	Peatón	Usuario de motocicleta	Usuario de bicicleta	Usuario de vehículo individual	Sin información
0-20	31	67	15	16	28
21-40	49	319	14	22	72
41-60	41	77	9	15	34
61-80	51	11	7	9	20
81-100	9	0	0	0	0
Total	181	474	45	62	154

De las tablas anteriores se identificó que el rango de edad más afectado en siniestros viales tanto para lesionados como para fallecidos respecto a peatones son los adultos mayores entre 61 y 80 años.

Para la identificación de la población de las comunas en los rangos de edad se utilizaron los datos de la Tabla 3.

Tabla 3: Distribución de grupos de edad en comunas para 2023 en la ciudad de Manizales. (Laboratorio de innovación pública , 2023)

	0-14	15-29	30-44	45-59	60-74	75-89	90-100+
Atardeceres	5107	8222	8683	7907	6987	2332	350
Nuevo Horizonte y Ciudadela del Norte	21084	25939	25594	19362	13229	3797	420
La Fuente	8284	11184	10872	9382	7367	2383	303
La Macarena	7563	9572	9265	7750	6140	1894	246
Cerro de Oro	5477	7968	8360	7610	5535	1865	250

Palogrande	3323	6642	6558	6630	7476	2667	447
Tesorito	3988	5320	6123	5009	4487	1333	149
Universitaria	6007	8882	7694	7263	5309	2047	279
La Estación	3154	5723	5270	5180	4749	1798	251
Cumanday	3240	4958	4598	4733	4124	1726	242
San José	1547	1937	1729	1448	1210	423	54

Como anteriormente se obtuvo que el rango de edad más afectado en siniestros viales es entre 61 y 80 años; para la identificación de las tres comunas que tienen mayor número de población se tomaron los rangos comprendidos de edad entre los 60 y 89 años ya que estos se asemejan más a los de las Tablas 1 y 2, las cuales son: Nuevo Horizonte y Ciudadela del Norte (17026), Palogrande (10143) y La Fuente (9750).

3.1.2. Según discapacidad

La Tabla 4 nos muestra los valores obtenidos en la ciudad de Manizales entre los años 2000 y 2018 de la distribución de la población con discapacidad según su rango edad.

Tabla 4: Distribución de las personas con discapacidad según su edad (Rueda Estrada, 2018)

Rangos de edad	Población
0-14	3057
15-29	2557
30-44	1460
45-59	1882
60-74	1240
75-más	473

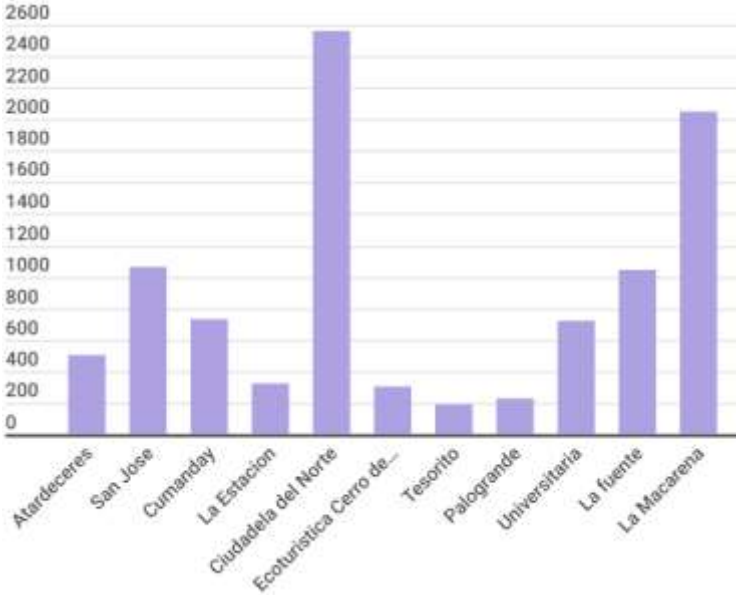
De esta tabla se identifica que el rango de edad donde existe una mayor población de personas con discapacidad es de 0 a 14 años.

Tabla 5: Distribución de las personas con discapacidad según categorías de la discapacidad. 2000-2018 (Rueda Estrada, 2018)

Categoría de la discapacidad	Cantidad
Movilidad	4084
Sensorial auditiva	1000
Sensorial visual	500
Mental cognitivo	2713
Múltiple	1300

Para una mejor claridad de los tipos de discapacidades que tiene la población en Manizales se observaron los datos de la Tabla 5, que presenta las discapacidades que más se podrían ver beneficiadas con la implementación de la red semafórica junto a su número de población.

Figura 1: Estadísticas de personas con discapacidad según la comuna. (Rueda Estrada, 2018)



En la Figura 1 se encuentra la población de personas con algún tipo de discapacidad distribuido por comunas de la cual se obtuvieron las de mayor número de población: Ciudadela del Norte (2561), La Macarena (2048), San José (1059) y La Fuente (1048).

3.2. Número de semáforos por comuna

En la Tabla 6 se encuentra el número de semáforos que hay en la ciudad de Manizales, separados por comunas y características de semáforos.

Tabla 6: Distribución semafórica en la ciudad de Manizales por comunas (Centro de Gestión de Movilidad - Alcaldía de Manizales, 2023)

Sector	Característica de semáforos						Número de semáforos
	Tipo de poste				Operación		
	Ménsula	Pedestal	Poste	Cemento	Vehicular	peatonal	
Atardeceres	2	2	0	0	4	0	4
San José	35	18	4	0	43	14	57
Cumanday	25	124	5	5	97	62	159
La Estación	24	22	0	0	34	12	46
Ciudadela del Norte	4	4	0	0	6	2	8
Ecoturística Cerro de Oro	12	13	0	0	25	0	25
Tesorito	0	0	0	0	0	0	0
Palogrande	66	54	1	0	91	30	121
Universitaria	0	0	0	0	0	0	0
La fuente	7	19	0	0	18	8	26
La Macarena	0	9	0	0	9	0	9
Total de semáforos							455

3.3. Costos semáforos

3.3.1 Aproximado del costo de funcionamiento actual de un semáforo para la alcaldía de Manizales.

Para este aproximado se tomó en cuenta el cobro por kWh en la ciudad de Manizales, con un costo de 877,3500 COP, el cual se muestra en la factura de energía de la empresa CHEC.

Según el Centro de Gestión de Movilidad en la ciudad existen tres tipos de lámparas para semáforos: LED, incandescente y halógenos. Donde por hora las lámparas LED consumen 8 vatios, las incandescentes, 75 vatios y las halógenas, 53 vatios (Equipo Led Tecnología, s.f.).

Con estos datos se obtuvieron los costos de funcionamiento mensual de cada semáforo con los tres tipos de lámparas en pesos colombianos, LED ($15.160,61), incandescente ($142.130,70) y halógena ($100.439,03)

3.3.2. Costos en el mercado y de instalación de semáforos inteligentes

Los costos de instalación y operación de semáforos pueden variar ampliamente según la ubicación, las especificaciones técnicas, el tipo de semáforo, los proveedores y otros factores. Como referencia se tomaron en cuenta proyectos implementados en dos ciudades de Colombia.

En Santa Marta se llevó a cabo en el año 2017 un proyecto de implementación de semáforos con energía solar en 15 intersecciones, donde la inversión rondó los 300 millones de pesos colombianos (Cocier, 2017), teniendo un cobro aproximado por intersección de 20 millones de pesos colombianos.

En Cartago se instaló un sistema de semáforos alimentados por energía solar y lámparas LED cuyo costo total fue de aproximadamente US$ 300.000 y en promedio cada intersección tuvo un precio de US$10.000 que para el tiempo en que se realizó serian aproximadamente 32 millones de pesos colombianos (ICLEI, 2016).

4. Rentabilidad

En esta sección se estudiará que comuna podría obtener un mayor beneficio de la implementación de los semáforos inteligentes mediante la comparativa entre los

costos que representa el sistema actual de semaforización y los costos del sistema propuesto, esto con el fin de identificar el retorno de inversión que se tendría al implementarse el nuevo sistema.

4.1. Comparativo sistema actual con sistema propuesto

4.1.2. Elección de la comuna más viable

De la sección 1 se tomaron los análisis de cada tabla y figura para escoger la comuna que tuviera mayor población en los aspectos analizados, se identificó que las poblaciones más vulnerables eran los adultos mayores entre los 61 a 80 años en víctimas de accidentes automovilísticos y los niños entre 0 y 14 años que presentan alguna discapacidad.

Con lo analizado se tomó a la comuna La Fuente como la predilecta para la implementación del proyecto, debido a que es la tercera comuna con mayor población en el rango de edad de 61 a 80 años, la segunda comuna con mayor población en el rango de edad de 0 a 14 años y la cuarta comuna con mayor número de personas con discapacidad. Además de que esta comuna tiene la mediana de semáforos de la ciudad. Aunque Nuevo Horizonte es la comuna que tiene una mayor población para cada aspecto, esta tiene muy pocos semáforos por lo que tiene menor prevalencia respecto a otras comunas.

4.2. Retorno de inversión

4.2.2. Costos de la implementación de los semáforos inteligentes

Para esta sección se tuvieron en cuenta las tres intersecciones de la comuna La Fuente y se realizó el estimado en pesos colombianos considerando los dos casos del numeral 1.3.2.

4.2.2.1. Proyecto en el municipio de Cartago

Tomando como referencia el proyecto implementado en Cartago en el que cada intersección tuvo un costo estimado de 32 millones de pesos, para La fuente con este dato las tres intersecciones tendrían un costo aproximado de 96 millones de pesos.

4.2.2.2. Proyecto en la ciudad de Santa Marta

Al tener como referencia el proyecto implementado en la ciudad de Santa Marta donde el costo estimado por intersección fue de 20 millones de pesos, por lo que, para la

comuna La Fuente en sus tres intersecciones el costo aproximado sería de 60 millones de pesos.

4.2.3. Costo de mantener el sistema actual:

Con los datos de la red semafórica de Manizales obtenidos del Centro de Gestión de Movilidad, se identificó que en La Fuente hay en total 26 semáforos de los cuales 24 funcionan con lámparas LED y 2 con lámparas incandescentes.
De la sección 1.3.1 se identificó el costo en pesos colombianos por cada kWh consumido por semáforo. Para obtener el costo del sistema actual en meses se planteó la ecuación 1.

$$CMT = \left(\sum (\#Semáforos\ por\ tipo * \$kWh)\right) * 720 \quad (1)$$

Donde
CMT: Costo mensual total
720: Operador para la conversión del costo de kilovatios-hora a kilovatios-mes.
Con la ecuación 1 se identificó el costo actual de los semáforos de La fuente obteniendo un valor mensual de 648.115 COP.

Para Cartago se tiene que el retorno de inversión aproximadamente se dará en 12 años y 4 meses y para Santa Marta se tiene que el retorno de inversión aproximadamente se dará en 7 años y 9 meses.

Una alternativa para disminuir el tiempo de retorno de inversión es la implementación de cámaras de foto detección, estas funcionarían revisando tres tipos de multas: Si los vehículos cuentan con el Seguro Obligatorio contra Accidentes de Tránsito (SOAT), la Revisión Técnico Mecánica (RTM) y si se realiza el cruce en el semáforo cuando este se encuentre en rojo.

Se calculó con una aproximación que el costo de implementación de cada semáforo en la ciudad de Cartago fue de 3.700.000 COP (Por cabeza de semáforo).

Tabla 7: Precio valor multa (2024) y número de multas para pagar las cabezas de semáforo (La Republica, 2023)

Tipo de multa	Especificación	Valor Multa	1 cabeza	2 cabeza
C.35	RTM	$ 650.000,00	6	12
D.2	SOAT	$ 1.300.000,00	3	6
D.4	Cruce en semáforo rojo	$ 1.300.000,00	3	6

En la anterior tabla se encuentra el valor según el tipo de infracción y el número de multas que se deben hacer para solventar el pago por cabeza de semáforo. En la comuna la Fuente se tienen semáforos con una y dos cabezas de semáforo.

4.3. Beneficio ambiental y social

4.3.2. Beneficios ambientales

La implementación de los paneles solares trae beneficios ambientales, ya que se ha demostrado gracias a la producción de su energía la disminución de gases de efecto invernadero, haciéndolo sin dejar residuos contaminantes y siendo a su vez una fuente de energía renovable que aprovecha la carga proporcionada por el sol, evitando el uso de energía producida por hidroeléctricas, reduciendo así la contaminación sonora y el uso del agua que estas generan. Además, los paneles solares tienen un tiempo de vida útil de 20 a 25 años, por lo que su cambio no se da de manera frecuente y cuando su vida útil haya terminado estos podrán ser reciclados (SOLARAMA, s.f.).

4.3.3. Beneficios sociales

Al implementar estos semáforos inteligentes podemos evitar algunos tipos de complicaciones en caso de haber alguna interrupción del suministro eléctrico en el sistema tradicional, ya que estos semáforos contarán con baterías eléctricas fotovoltaicas, las cuales son capaces de funcionar durante cierto tiempo sin necesidad de energía externa gracias a su capacidad para almacenar la energía no utilizada generada por la instalación de energía solar. (edp, 2023)

Por otro lado, las cámaras de foto detección reducen los accidentes con heridos en un 20% según estudios realizados en el Reino Unido (Gonzáles & Prada, 2015), debido al mayor cuidado que toman los conductores para no ser multados, contribuyendo de manera positiva en los índices de siniestralidad vial en la comuna.

5. Conclusiones

En la actualidad, los costos de implementación del sistema semafórico en Manizales tendrán una margen de error respecto a los dos proyectos tomados en cuenta, por factores como la diferencia de años y los precios de cada ciudad, en ese caso para una futura ejecución de este proyecto se debe hablar directamente con proveedores, contratistas y la Secretaría de movilidad de la ciudad de Manizales para obtener datos exactos.

Para el proyecto que se busca desarrollar en Manizales, la referencia con mayores beneficios es la del municipio de Cartago ya que, permite la implementación de semáforos más modernos y con mayores funciones, además de que cuentan con el uso de cámaras de foto detección que ayudan a que el tiempo de retorno de inversión sea más corto y también traen consigo beneficios tanto sociales como de seguridad vial.

6. Referencias bibliográficas

Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2021). Anuario territorial de siniestralidad vial. Obtenido de https://laboratorio.manizales.gov.co/sitio/wp-content/uploads/2022/07/Anuario-de-Sinistralidad-Vial_Manizales__Vpublicacion.pdf

Centro de Gestión de Movilidad - Alcaldía de Manizales. (2023). Movilidad de Manizales. Obtenido de https://ciudadano.movilidad-manizales.com/inicio-sesion

Cocier. (2017). Santa Marta implementa semáforos con energía solar y prácticas sostenibles. Obtenido de https://www.cocier.org/index.php/es/noticias-de-cocier/349-santa-marta-implementa-semaforos-conenergia-solar-y-practicas-sostenibles

edp. (20 de enero de 2023). ¿Qué pasa si tengo energía solar y se va la luz? Obtenido de https://www.edpenergia.es/es/blog/energia-fotovoltaica/placas-solares-en-un-apagon/#:~:text=Por%20razones%20de%20seguridad%2C%20las,electricidad%20en%20caso%20de%20apag%C3%B3n

Equipo Led Tecnología. (s.f.). De Lámpara común a Lámpara Led – Comparativa de Consumo por tipo de Lámpara. Obtenido de https://www.ledtecnologia.com/de-lampara-comun-a-lampara-led-comparativa-de-consumo-por-tipo-de-lampara/

Gonzáles, J. F., & Prada, S. I. (21 de Diciembre de 2015). Cámaras de fotodetección y accidentalidad vial. Evidencia para la ciudad de Cali. Obtenido de https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/dys/article/view/6689/6894#:~:text=Encuentran%20que%20las%20c%C3%A1maras%20de,los%20reducen%20en%20un%2042%25

ICLEI. (Septiembre de 2016). Por mayor eficiencia energética y seguridad, Cartago adopta sistema de tránsito alimentado por energía solar. Obtenido de https://americadosul.iclei.org/es/por-mayor-eficiencia-energetica-y-seguridad-cartago-adopta-sistema-de-transito-alimentado-por-energia-solar/

La Republica. (30 de Diciembre de 2023). Así quedan las tarifas de las multas de tránsito con el alza del mínimo. Obtenido de https://www.larepublica.co/economia/precios-de-las-infracciones-de-transito-en-colombia-para-2024-3774540

Laboratorio de innovación pública . (2023). Laboratorio de innovación pública - Alcaldía de Manizales. Obtenido de https://laboratorio.manizales.gov.co/libreria/

Prensa. (Febrero de 2020). Modelo de ciudad inteligente - Municipio de Cartago. Obtenido de https://municipio.cartago.gov.co/modelo-de-ciudad-inteligente/

Rueda Estrada, C. P. (2018). Caracterización de personas con discapacidad según el registro local de personas con discapacidad - RLPCD Manizales. Obtenido de https://capsmanizales.com/files/CARACTERIZACI%C3%93N-POBLACI%C3%93N-CON-DISCAPACIDAD-2018.pdf

SOLARAMA. (s.f.). ¿Cómo ayudan los paneles solares al medio ambiente? Obtenido de https://solarama.mx/blog/paneles-solares-medio-ambiente/

ÁREAS TEMÁTICAS

DESARROLLO URBANO, TRANSPORTE Y MOVILIDAD

ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS USUARIOS DE TAXI CONVENCIONAL Y AUTOMÓVIL CON PLATAFORMA DIGITAL EN MEDELLÍN, COLOMBIA.

Lituma-Solís, E
Universidad Nacional de Colombia, Colombia. elituma@unal.edu.co

Sarmiento-Ordosgoitia, I
Universidad Nacional de Colombia, Colombia. irsarmie@unal.edu.co

Sierra-Baena, M
Universidad Nacional de Colombia, Colombia. masierra@unal.edu.co

RESUMEN

Este artículo tiene la finalidad de efectuar un análisis descriptivo de los usuarios de taxi y automóvil o vehículo con plataforma digital (VPD), en Medellín, Colombia. Para ello se realizó una encuesta entre 200 individuos. Previamente se realizó un grupo focal y una encuesta piloto, para diseñar adecuadamente la encuesta definitiva. Se muestra un análisis socioeconómico de los usuarios de los modos de transporte, comportamiento de viaje, características de los viajes y preferencia de elección de uno u otro modo. El descubrimiento más relevante es que los usuarios correspondientes al grupo etario entre los dieciocho a veinte y nueve años prefieren usar los VPD por sobre el taxi tradicional. También se encontró que los usuariosde los VPD los prefieren debido a que, por lo general, tienen tarifas más económicas que las del taxi. La frecuencia de uso de los dos modos coincide, siendo ésta de una vez por semana. Además, los viajes realizados por los usuarios del taxi y de los VPD son mayoritariamente en solitario. Por último, la posesión de automóvil o moto no es un impedimento para realizar al menos un viaje semanal usando cualquiera delos dos modos en cuestión, lo cual es lógico, considerando que a 2023 hay restricción a circular en auto o moto un día a la semana en la ciudad de Medellín.

Palabras Clave: Taxi, Plataformas Digitales, Caracterización del usuario, Encuestas

1. Introducción

En la mayoría de las ciudades, grandes y de tamaño medio, el servicio de taxi convencional es usado como complemento o substituto del transporte público colectivo (Austin & Zegras, 2012). Sin embargo, en la actualidad, gracias a los avances en el campo de la tecnología y las telecomunicaciones, así como el desarrollo de la economía colaborativa, han surgido nuevas modalidades de servicios de Vehículos de Plataformas Digitales (VPD,de aquí en adelante), que le compiten al taxi tradicional.

El gran aumento en el uso de VPD ha creado un amplio debate con respecto a los efectosproducidos por esta modalidad en el transporte urbano (Rayle et al, 2016). Entre los principales impactos de los VPD en el transporte urbano están: aumento de millas recorridas por vehículo o VMT (por sus siglas en inglés de vehicle miles traveled), millas recorridas con pasajeros o PMT (por sus siglas en inglés de passenger miles traveled), tiempos de viaje, cambio de modo, parqueo, equidad de transporte y comportamiento de viaje (Henao, 2017). Sin embargo, el principal impacto generado por la aparición de los VPD es el conflicto con el taxi tradicional. La disputa entre estos dos modos de transportese ha suscitado en todas las ciudades en las que los VPD han incursionado en el mercado.Las principales causas de la molestia del gremio de taxis son: la falta de regulación y la competencia desleal con las que, desde su perspectiva, operan los VPD.

Por lo tanto, debido a que la ciudad de Medellín, Colombia, no está exenta de la pugna entre el taxi y los VPD, surge la necesidad de conocer más sobre la postura de los usuarioscon respecto a los modos en cuestión. El presente artículo tiene como objetivo caracterizardemográficamente y determinar las principales razones de los usuarios para preferir unou otro modo en la ciudad de Medellín, haciendo uso de una encuesta entre usuarios de uno u otro modo o ambos.

El artículo está estructurado en 5 secciones, siendo esta introducción la primera. En la segunda sección se presenta una revisión de literatura. En la sección 3 se presenta la metodología utilizada para el estudio de caso. En la sección 4 se presentan los resultadosde la encuesta a usuarios y su discusión. Finalmente, en la sección 5 se extraen las principales conclusiones y se dan recomendaciones para trabajos futuros.

2. Revisión de Literatura

Las principales investigaciones relacionadas a los VPD, el taxi tradicional y la modalidad de vehículo compartido son las de Anderson (2014); Cramer & Krueger

(2016); Rayle, Dai,Chan, Cervero, & Shaheen (2016). La investigación de Anderson (2014) se realizó en variasciudades de Estados Unidos de América. El autor concluyó que los conductores bajo la modalidad de vehículo compartido con fines de lucro se clasifican en: conductores incidentales, conductores a tiempo parcial y conductores a tiempo completo. Sin embargo, esta clasificación de los conductores puede variar en función de la temporada o de la disponibilidad de tiempo que tengan los conductores para salir a ofrecer el servicio.

Por su lado, Cramer & Krueger (2016) realizaron un análisis para determinar la eficiencia de los VPD frente al taxi tradicional, tomando como caso de estudio a la plataforma UberXversus el taxi tradicional. Esta investigación se llevó a cabo en varias ciudades de Estados Unidos de América y se obtuvo como conclusión que los conductores de UberX conducenmayor tiempo y una mayor cantidad de millas con un pasajero a bordo, en relación a los conductores de taxi.

Por otra parte, Rayle et al. (2016) realizan una investigación en la ciudad de San Francisco,California, cuyo enfoque fue comparar la modalidad de VPD con la del taxi convencional en la ciudad. Los resultados que obtuvieron fueron que los usuarios de VPD tienden a serjóvenes, con ingresos altos, bajas tasas de propiedad de vehículo y que frecuentemente viajan acompañados. Este trabajo también reveló que, comparando con la industria del taxi, los clientes del servicio de VPD tienen menores tiempos de espera y por último los autores determinaron que los VPD son un substituto y complemento del transporte público, caminata y bicicleta; tan solo un 8% de los participantes del proyecto manifestaron que no hubiesen viajado, si los servicios VPD no estuvieran disponibles.

Las aplicaciones de transporte con autos particulares, es decir, Uber, Cabify, DiDi, Indriver y otros, tienen el potencial de ampliar el espacio de mercado y la calidad del transporte en Colombia. Estas aplicaciones tuvieron su primera aparición en Colombia en2013 con la llegada de Uber, y en su historia en Colombia se han generado miles de empleos, a pesar de no ser plataformas reguladas. Solamente de Uber se han conectado más de 600 mil conductores afirmó Marcela Torres, gerente de Uber en Colombia (Lurdoy,2021).

Estas aplicaciones brindan una alternativa de transporte para aquellas personas que no cuentan con un vehículo propio o que no desean o no pueden usar el transporte público,así mismo también están causando que las personas que tengan un auto, lo utilicen de manera eficiente, reduciendo el número de vehículos que circulan en la ciudad permitiendo también que las personas que no trabajan o que no tienen un auto, puedantrabajar a partir de sus vehículos o utilizar los autos de su familia.

En la ciudad de Medellín (Colombia) hay una gran cantidad de personas que desean trabajar de manera independiente con su vehículo, ya sea por encontrarse desempleados,por generar más ingresos o porque prefieran trabajar de esta forma, estas personas pueden utilizar herramientas tecnológicas como Cabify, DiDi, Uber, Indriver y otros, para buscar trabajo.

Una de las ventajas que presenta para el usuario este tipo de aplicaciones es la facilidad de pago, ya que ofrecen varios modos de pago, tanto pago en efectivo como pago por medio de la misma aplicación con tarjeta de débito y de crédito; y en algunas de estas elusuario puede fijar la tarifa que puede o que está dispuesto a pagar. También se presentainformación detallada del viaje como las distancias y rutas que se van a tomar y los tiempos de viaje y espera, para que el usuario lo tenga en cuenta a la hora de planear su viaje.

Por otra parte, estas aplicaciones presentan inconvenientes, como el no cumplir con las regulaciones y normas para el tránsito vehicular, que son obligatorias en el país. Actualmente estas aplicaciones se encuentran trabajando bajo el concepto de arrendamiento de vehículos con conductor, lo cual está permitido por el código de comercio colombiano; sin embargo, esta medida adoptada no es suficiente para terminarel debate que se ha venido presentando por años y se está a la espera de que el congresocolombiano apruebe una ley que regule estos servicios (Ojeda, D., 2021), como ya se hizoen Chile en 2023.

3. Metodología

El punto de partida de la metodología usada en esta investigación fue realizar una revisiónde literatura detallada y reciente relacionada al estudio de los VPD y el taxi tradicional, tarea algo difícil dada la poca literatura académica correspondiente a este tema de investigación.

Así, una vez concluida la revisión de literatura, se procedió a establecer el proceso mediante el cual se van a recolectar los datos. Siendo el primer paso de dicho proceso larealización de un grupo focal, mismo que constó con la participación de ocho personas con diferentes perfiles socioeconómicos y usuarios de todos los modos. Los participantesen el grupo focal respondieron un conjunto de preguntas con el fin de conocer las variables más relevantes al momento de seleccionar el modo de taxi tradicional o el servicio de vehículo con plataforma digital (VPD).

El siguiente paso fue elaborar la encuesta. A continuación, se realizó una prueba

piloto, aplicando la encuesta a un tamaño de muestra de cuarenta individuos con el objetivo desaber si las preguntas planteadas eran de un total y claro entendimiento para el encuestado. Finalmente, se ejecutó la encuesta definitiva a un tamaño de muestra de doscientos individuos de los cuales cien fueron encuestados de manera digital, mediante formularios de Google, y cien individuos fueron encuestados presencialmente. Inmediatamente que se efectuaron las encuestas definitivas, se continuó con la tabulacióny el posterior análisis de los datos obtenidos para así obtener los resultados y conclusionesde la investigación. Las variables socioeconómicas por medir en la encuesta se resumen en la tabla presentada a continuación, en la Tabla 1:

Tabla 1. Variables socioeconómicas y opciones de valores asumidos para la encuesta de usuarios

Variable	Código	Opciones de valores asumidos
Sexo	Sex	Hombre – Mujer
Edad	Edad	Entre 14 y 17 años - Entre 18 y 29 años Entre 30 y 39 años - Entre 40 y 49 añosEntre 50 y 59 años - Más de 60 años
Situación ocupacional	Socu	Asalariado- Cuenta propia - Ama de casa o amo de casa- Exclusivamente estudiante - Trabaja y estudia - Jubilado o pensionado- No estudia ni busca trabajo
Nivel de educación o curso terminado	Edu	Primaria- Secundaria- Técnico/Tecnólogo/Educación no formal- Pregrado- Postgrado
Nivel de ingresos en 2022	Ing	0 a 1 SMMLV ($0 - $1´000.000 COP)- 1 a 2 SMMLV ($1'000.000 - $2´000.000 COP)- 2 a 3 SMMLV ($2'000.000 - $3'000.000 COP)- 3A 4 SMMLV ($3'000.000 - $4'000.000 COP)- 4 a 6 SMMLV ($4'000.000 - $6'000.000 COP)- Más de 6 SMMLV (Más de $6´000.000 COP)

Las variables destinadas a obtener información sobre posesión de vehículo de transporte propio y uso de los modos en estudio, evaluados en la encuesta, se describen en la Tabla2.

Tabla 2. Variable de posesión y uso de vehículos y opciones para la encuesta de usuarios

Variable	Código	Opciones de valores asumidos
Tiene auto o moto, licencia de conducción	Pveh	Tengo y conduzco auto - Tengo y conduzco moto- No tengo licencia de conducir
Usuario de taxi o VPD	uso	Sí – No
Modo de preferencia o que más usa de los dos	pref	Taxi tradicional - Vehículo con plataforma digital

Las variables valoradas en la encuesta tanto para los usuarios que prefieren usar el taxi asícomo también para los que optan por tomar los servicios de VPD son los que se presentanen la Tabla 3.

Tabla 3. Variables de caracterización del viaje y opciones de valores asumidos para encuesta

Variable	Código	Opciones de valores asumidos
Razón de elección (el encuestado podía elegir máximo tres opciones)	rze	Trazabilidad de la ruta- Más barato que otras alternativas- Rapidez en el viaje- Fácil de solicitar- Respuesta rápida de la empresa- Poca espera después de contactar el servicio- Tarifa clara(conocida previamente)- Método fácil de pago
Frecuencia de uso	frc	Una vez al mes- Una vez por semana- Dos veces por semana- Más de dos veces por semana
Días de uso (el encuestado debía indicar los dos días que más lo usay el día que menos lo usa)	dus	Lunes- Martes- Miércoles- Jueves- Viernes- Sábado- Domingo
Horario de uso (el encuestadodebía elegir máximo dos opciones)	hus	00:00 – 06:00 horas; 06:01 – 08:00 horas; 08:01 – 10:00 horas; 10:01 – 17:00 horas; 17:01 – 20:00 horas; 20:01 – 23:59 horas
Ocupación del vehículo	ocu	Solitario - Acompañado de una persona- Acompañado de dos o más personas
Propósito del viaje (el encuestado debía elegir una opción de viaje principal y otra de viaje secundario)	prop	Ocio, recreación y visitas – Trabajo - Trámites o compras- Salud- Estudio- Transporte al aeropuerto o terminal- Porque consume o iba a consumir alcohol- Transporte de familiares o grupos

A su vez, las variables medidas para los encuestados que expresaron usar únicamente losVPD se describen en la Tabla 4.

Tabla 4. Variables de usuarios de VPD y valores asumidos para la encuesta

Variable	Código	Opciones de valores asumidos
Aplicaciones conocidas (el encuestado podía marcar todas las aplicaciones en caso de conocerlas o haber escuchado hablar de ellas)	Apps	Uber, Indriver, Beat, Cabify, DiDi, Otra (cual)
Aplicación de preferencia (el encuestado debía señalar de que aplicación o aplicaciones es usuario, en el caso de ser usuario de más de una aplicación entonces debía elegir dos aplicaciones y además señalar cuál delas dos es la de mayor y menor preferencia respectivamente)	Papp	Uber, Indriver, Beat, Cabify, DiDi, Otra (cual)

4. Resultados y discusión

Los resultados más relevantes se resumen a continuación. El grupo etario con la mayor disposición a colaborar llenando la encuesta fue el correspondiente al de 18-29 años (**85%).** El 66% de los encuestados fueron hombres y el 34% mujeres.

En cuanto a posesión y uso de vehículos se encontró que los encuestados que tienen

y conducen auto fueron el 23% seguido de los individuos que tienen y conducen moto conun 22% y el 55% restante no tienen licencia de conducir. El 45% que tiene vehículo tambiénusa VPD o taxi alguna vez a la semana debido a la restricción a circular un día a la semanaque existe en la ciudad de Medellín.

En lo referente a la situación ocupacional, los individuos que son exclusivamente estudiantes con un 65% fueron la parte más grande de la muestra seguido de las personasque trabajan y estudian a los que les corresponde un 24% del total de participantes.

El 82% de los encuestados manifestó ser usuario ya sea de taxi o de los VPD, mientras queel 18% restante no es usuario de ninguno de los dos modos, siendo las dos principales razones: el uso de transporte público ya que es más económico y el uso de transporte propio principalmente moto y automóvil. Ahora bien, dentro del grupo de encuestados que manifestaron el uso ya sea el taxi o los VPD, un 89% prefieren usar los VPD y el 11% restante prefieren el taxi.

Por otra parte, las tres razones principales de los usuarios que prefieren usar el taxi son: fácil de solicitar (**63%**), poca espera después de contactar el servicio (**56%**), y por último, método fácil de pago (**44%**). En tanto que las tres razones principales mencionadas por los usuarios que prefieren los VPD son: más barato que otras alternativas (**86%**), tarifa clara que es conocida previamente (**84%**) y fácil de solicitar (**72%**). Los individuos podíanmarcar varias, por lo que los porcentajes no suman 100%.

Los días de mayor uso del taxi y de los VPD coinciden, siendo estos los días viernes y sábado mientras que el día de menor uso de los VPD es el lunes y el día de menor uso deltaxi es el jueves. De igual manera los usuarios dieron a conocer que su frecuencia de usotanto de taxi y de los VPD es una vez a la semana. El horario de mayor uso del taxi corresponde al rango de 17:01 – 20:00 horas (**38%**) y el de mayor uso de los VPD es el rango de 20:01 – 23:59 horas (**53%**).

En lo referente al propósito del viaje más frecuente, los usuarios del taxi dieron a conocerque su motivo principal es "por estudio" y en el caso de los VPD es el de ocio, recreación y visitas. Tanto las personas que usan taxi (**63%**) y las que usan los VPD (**50%**) lo hacen generalmente sin acompañante.

Finalmente, hablando exclusivamente de los VPD, los encuestados dieron a conocer que las plataformas digitales que más conocen o de las que al menos han escuchado hablar en Medellín son DiDi (**89%**), Indriver (**83%**) y Uber (**81%**). Sin embargo, al momento de consultar cuál es la aplicación de mayor uso la situación cambió ya que Indriver fue mencionada como la de mayor uso seguido de DiDi y luego Uber. Esto

puede deberse a que Indriver permite al usuario negociar la tarifa con el conductor a través de la plataforma.En una entrevista realizada a un conductor de Indriver éste comentaba que se está presentando un fenómeno en esta plataforma y es que como una gran cantidad de conductores en ella no son propietarios de los vehículos que conducen, sino que trabajan por un monto diario para un propietario, estos conductores tienden a aceptar precios bajos por carreras largas, lo cual hace que dicha plataforma sea apetecida sobre todo porpersonas jóvenes y de menores recursos. Sin embargo, eso a la postre lleva al deterioro de los vehículos por recorrer mayores kilometrajes para obtener un recaudo determinado,pero eso puede ser tema de otra investigación.

5. Conclusiones y trabajos futuros

El análisis y resultados presentados en este artículo permiten conocer la caracterización socioeconómica de los usuarios ya sea de los VPD o del taxi tradicional. A su vez, brindan una vista general de la posición de la ciudadanía de Medellín, Colombia, con respecto a laincursión de los VPD como un modo más de transporte en el casco urbano, así como también tener una pauta de la situación del taxi en referencia a que, si está o no perdiendousuarios, debido a la irrupción de los VPD en la ciudad.

Por otra parte, cabe recalcar la complicada tarea de obtener datos mediante encuestas. En el caso de las encuestas físicas se vuelve bastante tedioso realizarlas por la falta de disposición de las personas a responder las preguntas y su tiempo de tabulación es mucho mayor, mientras que las encuestas digitales tienen mayor aceptación y su tabulación resulta fácil y rápida. Sin embargo, existe la posibilidad de que los encuestados no las llenen con la seriedad del caso o no exista la comprensión absoluta de las preguntas. Porlo tanto, para estudios a futuro se podría plantear una metodología de recolección de datos mediante encuestas digitales guiadas, es decir, reunir a grupos de personas en ambientes controlados en donde se les brinde acceso a dispositivos electrónicos para quellenen las encuestas en presencia de una persona capacitada, en el caso de existir cualquierduda en las preguntas.

Los resultados expuestos en este artículo son desde el punto de vista del usuario, por lo que para investigaciones futuras se debería realizar estudios tomando en consideración alos proveedores de servicios: los conductores o las empresas, los VPD o el gremio de taxi.

Se realizaron 200 encuestas a usuarios de distintos modos, y de ellos resultó que 164

eranusuarios de VPD, taxi o ambos. Entre los 164 usuarios, el 89% prefieren el VPD y el 11% prefieren el taxi. Entre las razones de preferencia de los VPD destacan el ser más barato que otras alternativas (**86%**), y que su tarifa es clara y conocida previamente (**84%**). Estaspreferencias están marcadas en parte a que el 65% de la muestra estaba conformada porestudiantes. No obstante, es interesante notar que también había un 24% de personas que trabajan y estudian.

Tanto el taxi como los VPD se usan generalmente una vez a la semana, por lo que cómo es usual en este modo usado en casos especiales, no es un modo de uso diario. Algunas veces lo usan personas con vehículo particular cuando se encuentran sometidos a la restricción que existe en Medellín, en la cual un día a la semana (de lunes a viernes) no sepuede usar el vehículo particular, pero por lo general los días de mayor uso son los viernesy sábado.

Es importante seguir profundizando en la comprensión del usuario de los taxis y de los VPD con el fin de entender el mercado en aras a futuras legislaciones y regulaciones en pro de un mayor bienestar de los usuarios y de los que ofrecen este tipo de servicios.

6. Referencias Bibliográficas

Anderson, D. N. (28 de Mayo de 2014). ''Not just a taxi''? For-profit ridesharing, driver strategies, and VMT. Transportation, 41(5), 1099—1117. Obtenido de Library Genesis: https://libgen.is/scimag/10.1007%2Fs11116-014-9531-8

Austin, D., & Zegras, P. C. (2012). The taxicab as public transportation in Boston. Obtenido de Transport Chigago: http://www.transportchicago.org/uploads/5/7/2/0/5720074/2b1_taxiboston.pdf

Cramer, J., & Krueger, A. B. (Marzo de 2016). Disruptive Change in the Taxi Business: The Case of Uber. Obtenido de National Bureau of Economic Research: https://www.nber.org/papers/w22083?utm_campaign=ntw&utm_medium=email &utm_source=ntw

Henao, A. (2017). Impacts of ridesourcing - Lyft and Uber - On transportation (Ph. D. thesis, University of Colorado at Denver). Obtenido de ProQuest: https://media.proquest.com/media/hms/ORIG/2/2y66K?_s=cT60xP6J3PGRqqzapB 6oJrkmmEE%3D

Lorduy, J. (2021, 13 julio). Queremos democratizar el acceso a Uber para que más personas utilicen nuestros servicios. La República. https://www.larepublica.co/empresas/democratizaremos-el-acceso-a-uber-con-servicios-low-cost-3199861#:~:text=Hemos%20conectado%20a%20m%C3%A1s%20de,han%20confi ado%20en%20la%20plataforma.

Ojeda, D. (2021, 13 abril). La reglamentación de plataformas tipo Uber podría darse este año. El Espectador.
https://www.elespectador.com/bogota/la-reglamentacion-de-plataformas-tipo- uber-podria-darse-este-ano-article/

Rayle, L., Dai, D., Chan, N., Cervero, R., & Shaheen, S. (03 de 11 de 2016). Just a better taxi? A survey-based comparison of taxis, transit, and ridesourcing services in San Francisco. Obtenido de Civil

and Environmental Engineering UC Berkeley: https://www.ce.berkeley.edu/sites/default/files/assets/news/Ridesourcing_Taxi_Transit_SF_TransportPolicy.pdf

CAPTURA DE VALOR DEL SUELO A TRAVÉS DEL DESARROLLO ORIENTADO AL TRANSPORTE. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL PROYECTO METRO DE BOGOTÁ

Vanegas, J.
Universidad Nacional de Colombia, Colombia. jjvanegasr@unal.edu.co

Ruiz, C.
Universidad Nacional de Colombia, Colombia. caruizro@unal.edu.co

Cavadía, P.
Universidad Nacional de Colombia, Colombia. pcavadia@gmail.com

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de una investigación acerca de cómo se puede potenciar y optimizar la "captura de valor derivada de la renta del suelo" a través de intervenciones urbanísticas en el mercado inmobiliario basadas en el Desarrollo Orientado al Transporte (DOT), tomando como caso de estudio el Proyecto Subterráneo de la Primera Línea del Metro de Bogotá 2014 (PSPLMB), estructurado por muchas décadas, pero sin que se haya logrado concretar su construcción. Teniendo esto en cuenta, el documento desarrolla una metodología de análisis ex ante fundamentada en que es posible potenciar el aprovechamiento de las plusvalías del suelo urbano que son generadas cuando se implementan y operan sistemas de transporte público urbano en las zonas de influencia de dichos sistemas. Asimismo, que el potencial de las plusvalías puede ser mayor, cuando el desarrollo urbano de esas zonas de influencia se concibe ex ante y en armonización con el desarrollo del proyecto de transporte, y cuando la propuesta urbanística de las transformaciones de las zonas aledañas se hace a partir del enfoque DOT.

Palabras clave: Captura de valor, Desarrollo Orientado al Transporte, Valor residual del suelo, Transporte Público Urbano.

1. Introducción

En ese sentido, este documento presenta los principales hallazgos resultantes de explorar opciones de gestión del suelo en áreas urbanas influenciadas por las estaciones de la propuesta del PSPLMB, con dos propósitos principales: i) Explorar alternativas de captura de valor derivadas de la generación de nuevas rentas del suelo como resultado de transformaciones urbanas e inmobiliarias y ii) Buscar que estas transformaciones, basadas en renovación y desarrollo urbano, puedan lograrse con las características y condiciones propuestas por el Desarrollo Orientado al Transporte (DOT).

Para cumplir estos propósitos se desarrolló una metodología a partir de las condiciones institucionales, urbanas y del mercado inmobiliario, para inducir y gestionar el desarrollo urbano en las áreas de influencia de las estaciones del Metro, en paralelo con la implementación de instrumentos de captura de valor, de tal manera que se convierta en una fuente alternativa de financiamiento de este tipo de proyectos. Adicionalmente, permite estimar el potencial de captura de valor desde la planeación urbana y la gestión del suelo, a partir de la definición de la instrumentación necesaria para orientar el nuevo desarrollo urbano, tomando como uno de los marcos de referencia los principios del enfoque DOT.

2. Revisión de la literatura

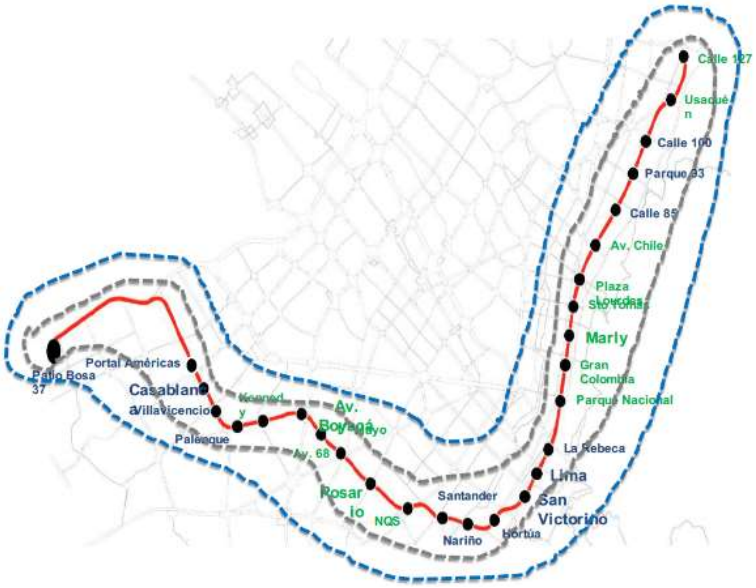
La implantación de un sistema de transporte, en este caso Metro, genera un impacto sobre el valor de las propiedades adyacentes a las líneas del sistema y especialmente en las zonas cercanas a las estaciones, este incremento del valor se conoce como plusvalía o renta urbana. La recuperación de plusvalías o también llamada captura de valor consiste en la posibilidad de captar dichos recursos en una determinada proporción y en beneficio de la colectividad. Según Smolka y Amborski "Se entiende por recuperación de plusvalías el proceso mediante el cual el total o una parte del aumento en el valor de la tierra, atribuible al "esfuerzo comunitario", es recuperado por el sector público ya sea a través de su conversión en ingreso fiscal mediante impuestos, contribuciones, exacciones u otros mecanismos fiscales, o más directamente a través de mejoras locales para el beneficio de la comunidad." (Smolka y Amborski, 2003. Pg. 56).

Por otro lado, el enfoque DOT implica igualmente concebir ex ante una serie de atributos y características urbanísticas en las zonas de influencia próximas a las estaciones del sistema Metro que actúan como nodos de una red de transporte público y de movilidad, para permitir nuevos desarrollos inmobiliarios compactos y de uso mixto, de espacio público y de movilidad local, que le agregan y multiplican valor a la generación de la renta del suelo. El DOT se entiende como una estrategia para promover entornos de alta calidad urbana, promover medios de transporte no motorizados sostenibles, mejor aprovechamiento edificatorio y de usos del suelo, y con baja dependencia de medios de transporte como el automóvil.

3. Alcance

El Proyecto Subterráneo de la Primera Línea del Metro de Bogotá 2014 (PSPLMB) inicialmente se concibió para un total de 27 estaciones y un Patio Taller. Esta investigación tiene como alcance el análisis y una propuesta de diseño y captura de valor para 13 de las 27 estaciones, las cuales se pueden observar dentro del trazado de la primera línea en la Figura 1 a continuación.

Figura 1. Área de estudio. Las estaciones analizadas corresponden a las de color azul.



Fuente: IDU-Universidad Nacional de Colombia – Universidad de los Andes -Convenios 1917 – Convenio 1921/2014

Las estaciones consideradas son: Portal Américas, Casablanca, Villavicencio, Palenque, Santander, Nariño, Hortua, San Victorino, Lima, La Rebeca, Calle 85, Parque 93 y Calle 100.

4. Metodología y procedimiento

Con esto en cuenta, se analizó el potencial de financiación de 13 de las 28 estaciones definidas para el PSPLMB, a partir de dos grandes etapas, posteriores a una revisión de información secundaria y trabajo de campo:

Identificación, caracterización, definición y análisis de las zonas de influencia de cada estación, desarrollo de modelos en dos ámbitos espaciales de análisis. El primero con una zona de influencia de 0 a 500 metros, determinada por el Estándar DOT como distancia óptima caminable (ITDP, 2017) y el segundo de 500 a 1500 metros, que permite abarcar el trazado de la malla vial, la delimitación de manzanas enteras, entre otros, con el fin de lograr una delimitación coherente, lo anterior para evitar duplicidad en la contabilización de los predios en las estimaciones de captura de valor;

Estimación del potencial de captura de valor ante distintos escenarios de intervención y regulación pública de planificación y gestión del suelo.

Enfoque I: 0 a 500 m

Específicamente para la segunda etapa, en el ámbito de 0 a 500 m, el estudio define dos escenarios de análisis de los cuales derivan a su vez en dos modelos de intervención. El primero se denomina Renovación por Norma Urbana (RNU), el cual consiste en definir normas urbanísticas en las zonas de influencia que buscan aumentar y cualificar la capacidad de oferta del desarrollo y redesarrollo urbano inmobiliario, desde una perspectiva de regulación urbana que operan estructuras de incentivos para el mercado inmobiliario. Lo anterior bajo unos requerimientos de compensaciones económicas para la ciudad derivadas de unas mayores rentas del suelo generadas por esta regulación, que se expresan fundamentalmente en transformaciones y mejoras de

la estructura y la morfología urbana del área de influencia más inmediata especialmente, como nuevos atributos urbanos.

Estas transformaciones, implican la formación de un mejor y mayor espacio público tanto existente como nuevo, de redes de movilidad (calles, vías, senderos, ciclovías, etc.), mobiliario y equipamiento urbano, así como incluso de nuevos recursos fiscales cuando la compensación de esas mayores rentas urbanas son superiores en valor económico, incluso a estas compensaciones urbanísticas, y que pueden llegar a convertirse en ingresos fiscales que son captados por los gobiernos de las ciudades hacia los presupuestos públicos en un periodo determinado; en este caso para 10 años de dinámica del mercado inmobiliario luego de implantar y entrar en operación el proyecto.

El segundo escenario se basa fundamentalmente en la aplicación del enfoque DOT. Este escenario delimita, previo a la intervención del mercado inmobiliario, las zonas con mayor potencial para su desarrollo, tanto para incentivar los atributos urbanos desde los criterios DOT, como para hacer atractiva la gestión público-privada de dichas zonas mediante un conjunto de operaciones urbanísticas estimuladas por el gobierno, pero desarrolladas por los mercados inmobiliarios y del suelo. Lo anterior incluye tanto el establecimiento de una regulación urbanística a través de normas urbanas, como en el primer caso, pero también como de la concreción de nuevos desarrollos inmobiliarios a partir de actuaciones urbanísticas previamente definidas en el mismo periodo de dinámica de 10 años.

Modelo utilizado en las áreas de influencia de 0 a 500 m en los dos escenarios.

En la selección de los inmuebles (individuales o agrupados según el potencial de construcción mayor) se utilizó el Método del Valor Residual del Suelo (VRS), cuyo modelo matemático se expresa con la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{VRS} = \boldsymbol{V}(\boldsymbol{n}) - \boldsymbol{C}(\boldsymbol{e}) - \boldsymbol{U}(\boldsymbol{RC}) - \boldsymbol{C}(\boldsymbol{f}) - \boldsymbol{C}(\boldsymbol{o})$$

Dónde:

VRS: Valor residual del suelo.
n Número de unidades inmobiliarias.
V(n): Valor de las ventas de n unidades inmobiliarias.

C(e): Costos de la edificación, conformados como los costos de construcción y los conexos a su ejecución. También se consideran el beneficio del edificador y el costo de urbanismo si así lo determina el escenario.

U(RC): La utilidad como función de las rentas del capital esperadas por el promotor inmobiliario de acuerdo a sus expectativas en función del riesgo.

C(f): Costos financieros o costos de recursos externos.

C(o): Otros costos de transacción.

En este enfoque, el VRS es especialmente sensible a los cambios de las normas urbanísticas, principalmente a cambios como: nueva altura de las edificaciones, mayor superficie construida y edificada y mejora de las rentas económicas debido a los cambios de uso de suelo, debido a la generación de economías de localización, inducidas por el proyecto de transporte público (Metro y sus estaciones). Por esto, suponemos que con una nueva norma urbanística, debido al proyecto de transporte operando como una regulación normativa ex-ante, se obtendrá un nuevo valor residual del suelo entendido como:

$$\boldsymbol{VRS'} = \boldsymbol{V'(n)} - \boldsymbol{C'(e)} - \boldsymbol{U'(RC)} - \boldsymbol{C'(f)} - \boldsymbol{C'(o)}$$

Adicionalmente, el cambio en el valor residual del suelo será mayor a cero y se puede entender como la diferencia entre el VRS producto de la nueva norma y el VRS previo a la expedición de dicha norma:

$$\Delta\boldsymbol{VRS} = \boldsymbol{VRS'} - \boldsymbol{VRS} > 0$$

Donde $\Delta\boldsymbol{VRS}$ es la plusvalía generada. Así, la captura de valor se obtiene en un porcentaje de captura de esta plusvalía por parte del Estado (Ciudad), el cual está definido previamente en el mismo marco regulatoria de la Norma Pública.

Lo anterior, bajo el supuesto de que operan Economías de escala en los distintos costos, Economías de Aglomeración, Eficiencias en los Mercados Inmobiliarios, etc., que se activan a través de la ejecución y operación del proyecto.

Enfoque II: 500 a 1500 m

Por otro lado, respecto al ámbito de las áreas de influencia entre 500 m y 1500 m, se diseñaron modelos econométricos para estimar la sensibilidad de la variación del precio del suelo frente a cambios y transformaciones urbanísticas e inmobiliarias, tomando en cuenta algunos de los principales determinantes de este valor.

Esas variaciones del precio del suelo se estiman en función de las condiciones previas de las zonas urbanas (inmobiliaria y estructura urbana) y de la capacidad de reacción del mercado inmobiliario frente a la influencia de mejoras del transporte y la movilidad. Dichas mejoras, en todo caso se condicionan a cambios en las dinámicas que introduce el proyecto de transporte y que finalmente se expresará en la generación de nuevas rentas urbanas (plusvalías) en los mismos primeros diez años de operación del Metro. Este enfoque es de tipo probabilístico-determinístico y toma en cuenta condiciones que supeditan la dinámica inmobiliaria y los potenciales efectos del nuevo sistema de transporte público.

Modelo utilizado en las áreas de influencia de 500 a 1500 m.

Dadas las condiciones de esta zona de influencia se planeó la siguiente metodología:

Selección de inmuebles con potencial de renovación urbana, debido a:

Cambio de la superficie construida actual (mayor edificabilidad), ya sea por agrupación con otros inmuebles, o por cambio de altura (número de plantas), o ambos.

Agrupación de varios inmuebles para formar una nueva unidad inmobiliaria, deriva en mayor edificabilidad, también por altura.

Cambio de uso de suelo y por tanto económico, especialmente entre uso residencial (vivienda) a servicios y uso comercial, o a ambos.

Estimación econométrica de valores diferenciales asociados a edificabilidad y uso económico, utilizando la base catastral de Bogotá disponible durante la investigación (datos anuales para un periodo de 5 años atrás)

Estimación de rangos de probabilidad para generar cambio de superficie construida (mayor altura y/o agrupación de predios)

Estimación de rangos de probabilidad para generar cambio de uso económico del suelo

Aplicar estos diferenciales de valor del suelo a los inmuebles seleccionados

Descontar el valor de las tarifas y cargas obligatorias dadas por la normativa urbanística y de esta forma estimar el potencial de captura de valor.

5. Resultados y discusión

Del análisis anterior, se estimó la captura de valor total resultante para las 13 estaciones del PSPLMB para los escenarios: Renovación por Norma Urbana (RNU), Aplicación enfoque DOT, de 0 a 500 metros de radio de área de influencia y Modelo Econométrico de Estimación de 500 a 1.500 metros de dicho radio de influencia (MEE) (ver Tabla 1).

De lo anterior se pudo identificar el importante potencial de captura de valor de la ciudad en el dado caso de haber desarrollado proyecto de la PLMB estructurado en aquella época.

Para una inversión aproximada de 3.400 millones de USD de 2014 de todo el Proyecto Metro, para las 13 estaciones estudiadas, y para un tiempo de operación de 10 años, se estimó un valor potencial de captura de valor por RNU + MEE cercano a los 483 millones de USD, equivalente al 17% de la inversión total y de 398 millones de USD por DOT + MEE, equivalente al 14% de la inversión total. Estos valores en el caso de haberse monetizado como recursos reales y fiscales (Captura de Valor) pudieron destinarse en algún porcentaje a financiar la inversión misma de la construcción del proyecto y a financiar la estructura urbana que daría un soporte equilibrado a las transformaciones esperadas.

Tabla 1. Captura de valor total resultante para las 13 estaciones del PSPLMB.

Escenario	RNU (0 a 500 m)		DOT (0 a 500 m)		MEE (500 a 1500 m)	
Estación del metro	Captura de valor estimada (USD)	Área nueva estimada (m^2)	Captura de valor estimada (USD)	Área nueva estimada (m^2)	Captura de valor estimada (USD)	Área nueva estimada (m^2)
Portal Américas	$ 5,258,326	85,555	$ 747,469	87,152	$ 12,398,929	405,591

Casablanca	$ 2,865,871	44,257	$ 1,906,117	123,593	$ 13,560,926	652,766
Villavicencio	$ 2,909,170	39,550	$ 2,026,680	40,232	$ 2,914,873	111,554
Palenque	$ 5,239,184	57,563	$ 4,446,465	57,534	$ 2,069,092	98,736
Santander	$ 11,734,026	94,069	$ 7,568,235	92,533	$ 9,113,398	104,060
Nariño	$ 11,652,706	62,596	$ 3,839,133	63,337	$ 11,226,126	166,753
Hortúa	$ 8,367,942	50,140	$ 6,508,516	48,467	$ 228,224	
San Victorino	$ 30,105,998	108,605	$ 26,180,809	111,929	$ 59,681,478	429,623
Lima	$ 13,573,662	123,390	$ 7,140,125	124,859	$ 20,996,286	423,854
La Rebeca	$ 27,591,263	310,194	$ 17,708,771	172,335	$ 14,844,301	469,756
Calle 85	$ 53,986,639	223,574	$ 23,871,975	224,990	$ 19,153,022	325,725
Parque 93	$ 71,481,065	195,341	$ 57,848,018	194,149	$ 17,348,951	468,072
Calle 100	$ 47,683,372	181,558	$ 47,402,683	180,137	$ 6,924,106	153,246
Total	$ 292,449,224	1,576,392	$ 207,194,996	1,521,247	$ 190,459,712	3,809,736

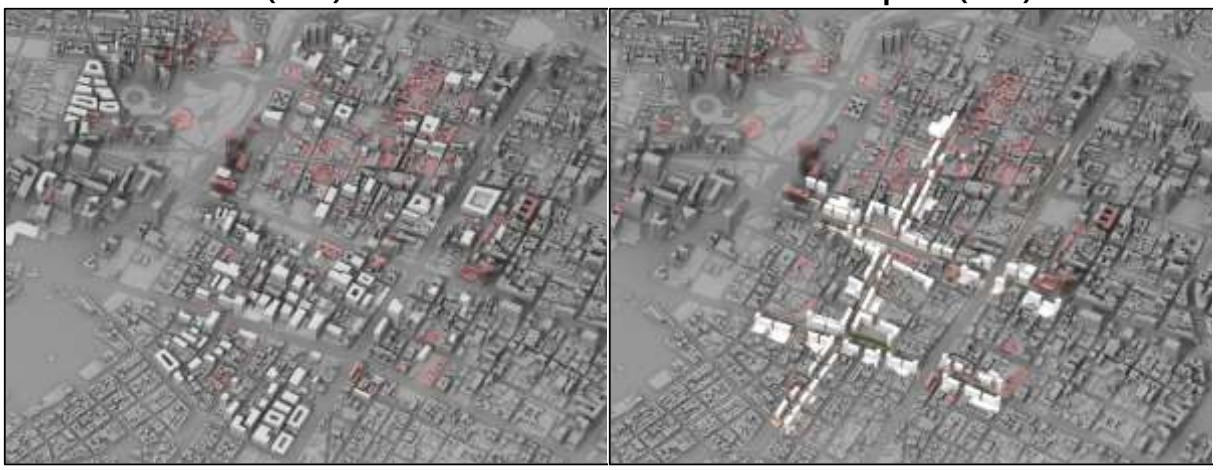
Nota: ***Valores estimados con el precio del dólar promedio del año 2015.***

En relación con lo mencionado anteriormente, al comparar el enfoque de Renovación por Norma Urbana (RNU) versus las acciones de intervención de proyectos urbanos focalizados tipo DOT, se identificó que el potencial de captura de valor no difiere sustancialmente entre ellos bajo el supuesto de que ambas capturas se materializan completamente.

Por otro lado, se evidenció como el diseño urbano resultante de la aplicación de estos dos enfoques es diferenciado entre las estaciones analizadas, dependiendo de sus condiciones urbanas e inmobiliarias iniciales, así como de los impactos en la movilidad en escala local y urbana que puede generar la demanda del Sistema Metro. Para el escenario RNU los desarrollos son mayores y dispersos dentro de la zona de influencia y dependen del mercado inmobiliario y su capacidad para materializar los desarrollos; mientras que el para el enfoque DOT son menores y están focalizados en las zonas próximas a las estaciones y al corredor, y se materializan de la mano de la construcción del PSPLMB.

Figura 2. Diseño urbano resultante en la zona de influencia de la estación La Rebeca (Avenida Caracas entre Calle 22 y Calle 25).

Escenario 1: Renovación por Regulación Urbana (RNU) **Escenario 2: Aplicación del Desarrollo Orientado al Transporte (DOT)**



Para consultar los resultados de los diseños urbanísticos de las 13 estaciones, puede ingresar al anexo de salidas gráficas dando clic aquí o escaneando el código QR.

6. Conclusiones

La captura de valor debe ser entendida como una oportunidad de generar ingresos para financiar proyectos, pero también como un desafío para transformar los sectores urbanos de las ciudades, sin embargo, para las ciudades latinoamericanas, en la mayoría de los casos es aún un reto por explorar.

Se identificó que el potencial de captura de valor no difiere sustancialmente al comparar la Renovación por Norma Urbana frente a los Proyectos urbanos DOT, pero que de todas formas comprende un importante potencial de captura para el PSPLMB, que la ciudad de Bogotá pudo haber explorado en conjunto con las diferentes formas de promoción y gestión, de haberse desarrollado el proyecto de transporte, como la aplicación de los instrumentos que pudieron materializar la generación de nuevas

rentas urbanas, tal y como se exploraron en los modelos propuestos en esta investigación.

Es necesario realizar ajustes institucionales, más aún para la época del proyecto (años 2014 y 2015) que no sólo hubiesen materializado la capacidad de captura de valor, sino que también hubiesen sido dirigidos a la armonización de la implementación y operación de este tipo de proyectos de transporte, combinando los dos enfoques (RNU y DOT), en función de las condiciones urbanísticas de las áreas de influencia.

Dada la especificidad de la estructura de costes de cada proyecto inmobiliario individual, un aumento de la demanda de espacio construido no se transmite directamente al valor del suelo intervenido. Encontrar el tamaño adecuado de la intervención es un aspecto especialmente delicado a la hora de equilibrar los costes con los beneficios esperados.

Una mayor captura de valor del suelo no debe entenderse por sí misma como mejores resultados. La aplicación de los principios del DOT exige mayores costos de planificación, sin embargo, estos mayores costos se incorporan mejor en el escenario DOT con la expectativa de obtener un valor añadido en calidad urbana. Es decir, el diseño urbano mejora el valor agregado frente a enfoques basados exclusivamente en regulación urbana.

Se evidenció una demanda desigual de espacio construido y la existencia de un desequilibrio en el mercado inmobiliario a lo largo de la línea de metro de dicho proyecto. Este patrón espacial de los resultados es un reflejo de los desequilibrios urbanos existentes en la ciudad y pone de manifiesto la necesidad de estrategias de intervención diferenciadas en el corredor. Los proyectos de transporte son una oportunidad de reequilibrar la ciudad.

7. Recomendaciones

Es necesario entender las trasformaciones de la ciudad generadas por los impactos positivos de los proyectos Metro, como un elemento estructural del ordenamiento y

por lo tanto de mayor jerarquía en la estructuración y modificación de instrumentos existentes de regulación urbana. Estas preexistencias deben armonizar y subsanar los limitantes normativos a la captura de valor y a la trasformación urbana.

Asimismo, es necesario proponer estrategias diferenciadas según el sector de la ciudad, modulando el nivel de participación de los sectores público y privado, por ejemplo: REGULAR, ESTIMULAR Y TRANSFORMAR. Eventualmente la participación del sector público, debe estar disponible para traspasar el rol de regulador de norma urbana y agente de las capturas de la renta del suelo hacia un rol más protagónico como gestor y operador inmobiliario, es decir, lograr actuaciones directas de la administración para la adquisición de suelo.

Un elemento crucial a balancear con esta aproximación diferenciada en el porcentaje mínimo del plus valor capturado que se destina a cargas locales en el ámbito local de la intervención, el porcentaje de plus valor que se redistribuye para ser invertido en cargas locales en estaciones de poco atractivo inmobiliario y finalmente el porcentaje que se moviliza hacia la financiación de la PLMB.

Finalmente, es fundamental diversificar las fuentes de financiación para evitar tomar decisiones de trasformaciones urbanas tan complejas únicamente soportadas sobre el indicador del plus valor del suelo. Por lo tanto, hay que entender el desarrollo urbano e inmobiliario desde una perspectiva que permita diversificar las fuentes de financiación asociadas a los proyectos Metro.

8. 10. Referencias Bibliográficas

Cervero, R. (2015). Transit-oriented development and the urban fabric. In B.P.Y. Loo & C. Comtois (Eds.), Sustainable Railway Futures. Issues and Challenges (pp.75-94). Farnham: Ashgate

Fogarty, N., Srivastava, S., Gehrke, A., Nemirow, A., Austin, M., & Economics., s. o. S. (2013). Downtowns, Greenfields and Places In Between Promoting Development Near Transit: Center for Transit Oriented Development.

ITDP (2017). TOD Standard (3a Ed). New York, N. Y. Institute for Transportation and Development Policy. https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2017/06/DOT-Esta%CC%81ndar-V3.0.pdf

Murakami, J. (2011). Transit Value Capture: New Town Codevelopment Models and Land Market Updates in Tokyo and Hong Kong. In: Ingram, G. K., & Hong, Y. H. (Eds.). Value capture and land policies. Lincoln Institute of Land Policy.

Smolka, M. (2013). Implementing value capture in Latin America: Policies and tools for urban development. Cambridge, ma: Lincoln Institute of Land Policy

Suzuki, H., Cevero, R., Luchi, K. (2014). Transforming cities with transit: Transit and land-use integration for sustainable urban development. World Bank, Washington DC

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE GENERACIÓN DE UNA APLICACIÓN PARA SISTEMA DE VIAJES COMPARTIDOS EN UN ÁMBITO UNIVERSITARIO - CASO DE ESTUDIO UNIVERSIDAD NACIONAL SEDE BOGOTÁ

Andrés Felipe Abril Hernández
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, anabrilh@unal.edu.co

Andrea Marcela Barón Collazos
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, ambaronc@unal.edu.co

Sergio Andrés Franco Reyes
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, safrancor@unal.edu.co

RESUMEN

La limitación del espacio urbano, el calentamiento global y una población en crecimiento continuo son factores que, entre otros, implican un uso responsable de los recursos; en el ámbito del transporte esto se engloba en el término de movilidad sostenible. A través de esta investigación, se presenta una propuesta de generación de una aplicación que adaptando el concepto de viajes compartidos a los desplazamientos realizados por parte de la comunidad Universidad Nacional de Colombia, buscará fomentar la movilidad sostenible y a su vez reducir la congestión, siniestralidad y gases efecto invernadero.

Para ello se ha realizado la caracterización de los hábitos de viaje de la comunidad universitaria a través de una encuesta que recoge datos de orígenes, destinos, frecuencia de asistencia al campus, tipos de vehículos, entre otros. Al analizar estos datos se ha construido un diagnóstico de estos viajes y de igual manera se han identificado aquellos cuya opción principal de transporte sea individual y por consiguiente, potencialmente optimizables para el uso de viajes compartidos.

Finalmente, mediante una revisión georreferencial y un análisis de correspondencias múltiples se identifican diferentes correlaciones de factibilidad, principalmente la ubicación geográfica de posibles conductores y pasajeros y los horarios de viaje.

1. Introducción

La movilidad sostenible ha sido objeto de desarrollo en las últimas décadas a nivel mundial como respuesta a la necesidad de transporte limpio, económico y accesible (ONU, 2016). Una de las numerosas estrategias creadas en torno a la promoción de la movilidad sostenible es el uso efectivo de los recursos y el espacio urbano, siendo los viajes compartidos una alternativa efectiva de ahorro de recursos (Shaheen et al, 2012) dado que el vehículo particular transporta no solamente a sus dueños sino también a otros viajeros con orígenes y destinos similares.

En el año 2020 en el interior de la Universidad se adelantó un estudio (Castro et al, 2021) cuyo objetivo se centró en la creación de un aplicativo móvil con la facilidad de ofrecer viajes compartidos en vehículos particulares para la comunidad académica, así como la creación de grupos de ciclistas que compartieran mismo lugar de origen – destino, a fin de incentivar la movilidad sostenible, y de este modo se lograra prevenir el contagio por COVID-19. Dado que las condiciones para 2024 han cambiado, es necesaria una actualización de los datos y de su análisis, con lo cual se ejecuta la presente investigación.

2. Metodología

Para tener claridad frente a las tecnologías de viajes compartidos que el mercado ha alojado, se realizó una revisión que se presenta brevemente en la tabla 1.

Tabla 1. Aplicaciones de viajes compartidos

NOMBRE	FUNCIONES	ACTIVO
Wheels Social (Monterroza, 2017)	Selección de tipo de vehículo. Cuenta organizacional. Selección de compañeros de viaje. Mapa con origen y destinos.	No
Transpórtame (Transportame, 2024)	Selección de tipo de vehículo. Selección de viaje pre publicado.	Si
Uber (Uber, 2024)	Selección de tipo de vehículo. Cuenta organizacional. Reservas. Mapa con origen y destinos.	Si
Ciclo Green (Ciclo Green, 2024)	Selección de tipo de vehículo. Cuenta organizacional.	Si
BlaBlaCar (BlaBlaCar, 2024)	Selección de tipo de vehículo. Cuenta organizacional. Reservas. Mapa con origen y destinos.	Si

De lo anterior se puede identificar que las principales funciones que debe cumplir una aplicación de viajes compartidos son la capacidad de seleccionar el tipo de vehículo con el cual se hará el viaje, el origen y destino de este y la posibilidad de generar cuentas institucionales con motivos de seguridad.

Con motivo de conocer los comportamientos de viaje desde y hacia la Universidad, se recolectaron datos mediante una encuesta dirigida únicamente a la comunidad universitaria con preguntas orientadas a las preferencias de viaje, posible uso de la aplicación, de tipo de vinculación con la universidad, su frecuencia de asistencia, medio de transporte principal, así como comentarios adicionales. Para el cálculo de la muestra óptima "n_{opt}"(Martínez, 2012) se tomó como población "N" la suma de toda la comunidad del campus, es decir 27530 estudiantes de pregrado, 4590 estudiantes de posgrado, 2007 docentes y 1498 funcionarios administrativos; que de acuerdo con datos de la División de Registro de la Universidad (UNAL, 2024) suman 35625 personas.

Para un nivel de confianza esperado "Z" es del 95%, una heterogeneidad "p" del 5%, un error máximo admisible del 4% y usando la siguiente ecuación se tiene que el tamaño de muestra óptima es de 591 encuestados:

$$n_{opt} = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$ (Martínez, 2012)

Para el estudio se obtuvieron 865 respuestas de las cuales se observa que el vínculo principal de los encuestados con la universidad corresponde a estudiantes de pregrado, con un porcentaje superior al 60%, seguido de personal administrativo con un 14%. Respecto a la preferencia de medio, el 50% de los participantes de la encuesta indican que usan principalmente el transporte público, mientras que el vehículo particular es utilizado principalmente por aproximadamente el 14% de los encuestados, alcanzando un 22% si se considera como opción secundaria. Referente a la disposición de los encuestados para participar en el proyecto de viajes compartidos, se observa una intención de participación del 80,7%, con una distribución según tipo de actor vial de 80% pasajeros y 20% conductores.

A partir de esta información se desarrolló un análisis gráfico en el cual se georreferenciaron los individuos cuyas respuestas se consideraron válidas, luego de una depuración de la información, como puntos asignados al centroide en las capas de las diferentes unidades de planeación como lo son las UPL (Alcaldía de Bogotá, 2021) y municipios vecinos. Estos análisis geoespaciales de datos de movilidad permiten identificar la manera en que se distribuyen en un plano los datos obtenidos, y a su vez funcionan como herramientas de planeación (Perea y Salazar, 2016; Esri,

2011).

Para el caso de este estudio, dentro de los datos georreferenciados, se establecieron como características principales a representar el tipo y cantidad de participantes según su vinculación, el medio de transporte predominante en las diferentes zonas y la distribución de tipo de actor vial (Conductor o Pasajero); con el fin de obtener representatividad y que fuera posible identificar zonas con potencial para la implementación de viajes compartidos.

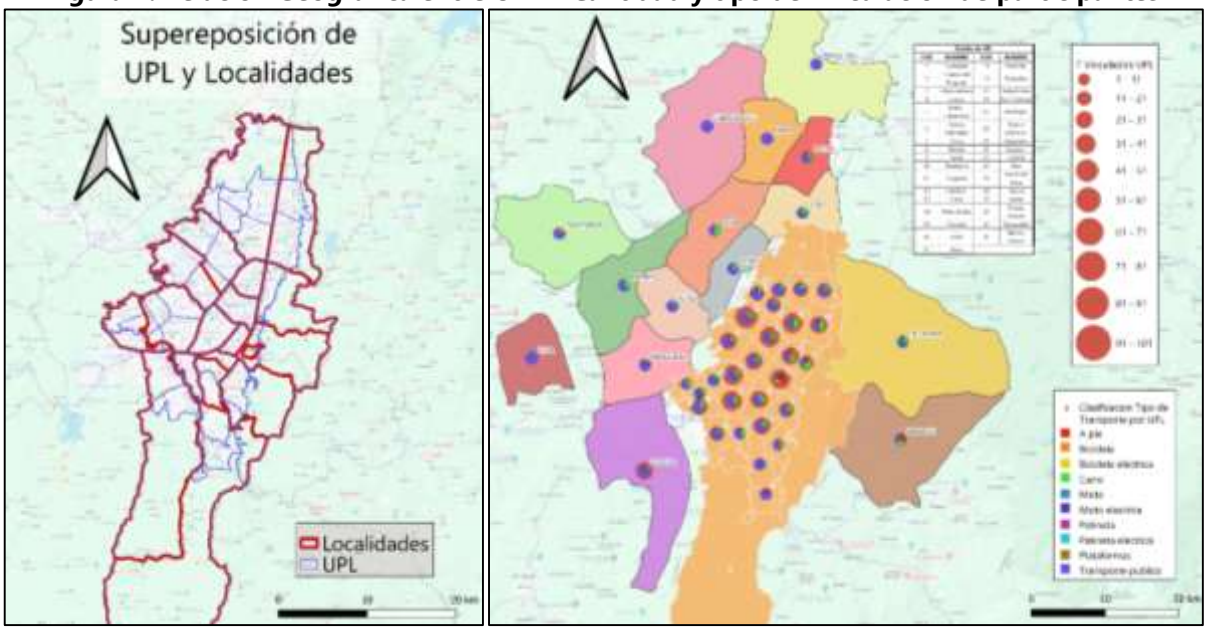
Por otro lado, con el fin de analizar la viabilidad del proyecto desde un punto de vista estadístico inferencial se realizó una estimación del coeficiente de correlación de *Pearson (r),* coeficiente que mide la relación lineal entre dos categorías de datos. Este valor de *r* está comprendido entre -1 y 1, representando correlaciones negativas (inversamente proporcionales) o positivas correspondientemente; si $r=0$, la relación entre las variables analizadas es nula, y, por consiguiente, cuanto mayor sea el valor absoluto de *r*, más fuerte será la correlación (Chen et al, 2021; Rahadian et al, 2023). Dicho coeficiente de correlación se clasifica en los siguientes niveles: no correlación entre 0,00-0,10; correlación débil 0,10-0,39; correlación moderada 0,40-0,69; correlación fuerte 0,70-0,89; y correlación muy fuerte 0,90-1,0 (Pearson, 1989; Chen et al, 2021) y para el caso de estudio se analizaron correlaciones con un $r > 0{,}7$.
Adicionalmente, se verificó el valor *P-value*, usado para probar la hipótesis nula de la no existencia de correlación entre categorías, partiendo de que si $p<0{,}05$ se rechaza la hipótesis nula, y por tanto existe correlación representativa entre las categorías analizadas; de forma contraria, si $p>0{,}05$ no es posible rechazar la hipótesis nula y la combinación de categorías no tiene representatividad en el estudio ya que no existe correlación entre sí (Monterrey y Gómez, 2009; De la Matanza et al, 2018).

Cómo último nivel de análisis, con el fin de asociar características a los individuos que hacen parte del estudio, se empleó un Análisis de Correspondencias Múltiples (MAC) que permite investigar la asociación entre variables cualitativas a una escala mayor. Este método estadístico consiste en la representación gráfica de múltiples categorías e individuos en un plano bidimensional, donde la proximidad entre variables indica una mayor correlación, mientras que la distancia refleja una correlación más baja; para la generación de dicho gráfico se verificó el parámetro coseno al cuadrado, el cual indica el grado de asociación entre categorías de variables o individuos y un eje. Si una categoría o individuo está bien representado por las dos dimensiones factoriales seleccionadas, más próxima será la suma de cos2 a 1 (De Angelis, 2011; Parra, 2011; Das et al. 2020; Molina-Azorin & Fetters, 2022).

3. Análisis y resultados

Para la comprensión de la información geográfica que se mostrará en el presente capítulo, inicialmente resulta fundamental identificar las nuevas Unidades de Planeación Local establecidas en el Plan de Ordenamiento Territorial de 2021, estas UPL reemplazan las unidades conocidas anteriormente como Localidades, por lo tanto, en la figura 1 costado izquierdo se presenta el comparativo de las Localidades existentes con las UPL planteadas para una mejor comprensión de esta convención, ya que el análisis realizado se representa en el marco de dichas UPL, puede encontrarse mayor detalle aquí.

Figura 1. Relación Geográfica entre UPL – Cantidad y tipo de vinculación de participantes

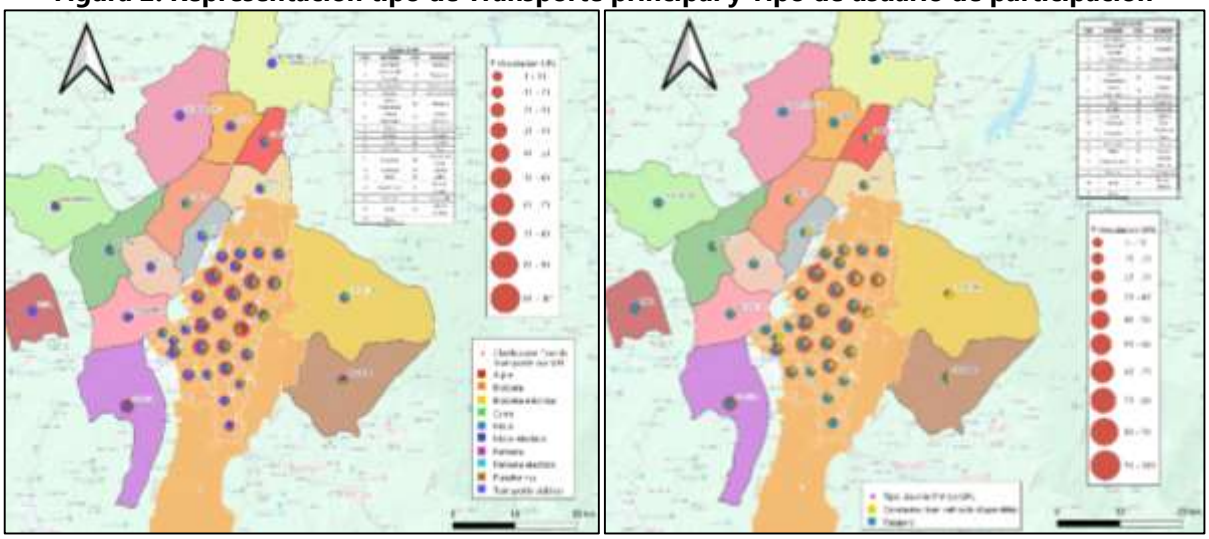


De igual manera, en la figura 1 costado derecho se presenta la distribución geográfica que tienen los usuarios interesados en participar en el estudio según su tipo de vinculación con la Universidad, predominando los Estudiantes de Pregrado en más del 95% de zonas, y reflejándose un cambio de distribución importante en las zonas de mayor estrato socioeconómico como La Calera, Usaquén, Niza, Cota y Cajicá, donde se ubica un porcentaje de docentes y de administrativos que oscila entre 10% y 30%.

Por otro lado, en la figura 2 costado izquierdo se representa el medio de transporte principalmente utilizado según la distribución espacial de la muestra poblacional interesada en el estudio; en general se observa una preferencia de transporte público, identificándose que, en todas las zonas a excepción de Subachoque, más del 50% de la población usa este medio de transporte como su medio principal de desplazamiento. En segundo lugar, se muestra una escogencia importante del vehículo particular (Alrededor del 15% para Motocicletas y 25% para Carros) lo cual arroja un primer

panorama respecto a la disponibilidad de vehículos para el proyecto de implementar viajes compartidos entre miembros de la comunidad del campus.

Figura 2. Representación tipo de Transporte principal y Tipo de usuario de participación



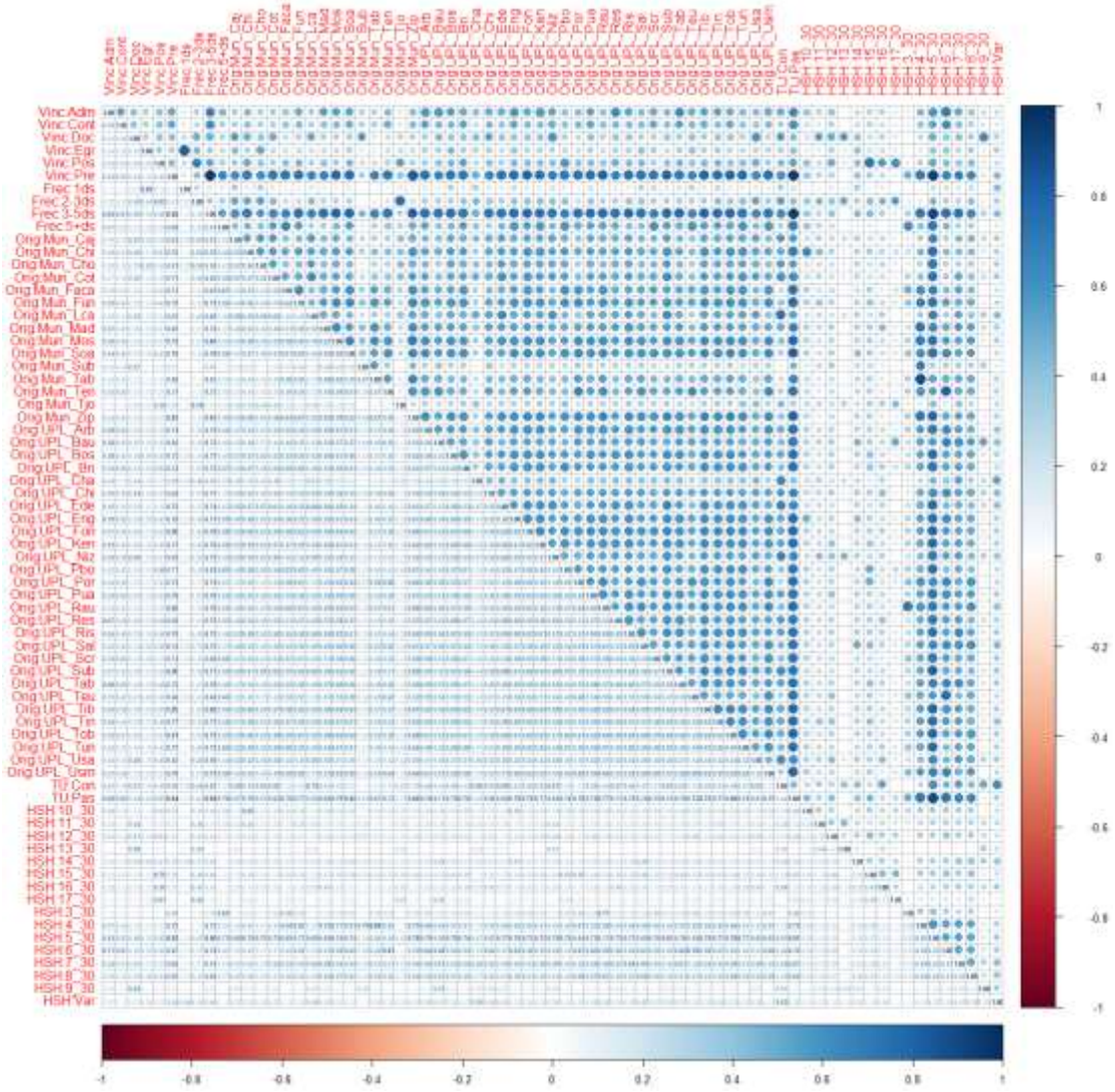
Ahora bien, como dato de mayor relevancia se realizó la representación geoespacial de los roles que asumirían los interesados en la implementación de la aplicación de viajes compartidos, reflejándose allí la disposición de oferta y demanda que ratifica la viabilidad de puesta en marcha del proyecto.

De la representación se puede observar que en 85,4% (41/48) de las zonas planteadas existe la posibilidad de encontrar conductores dispuestos a participar y realizar viajes compartidos con sus vehículos; además se muestra una proporcionalidad entre oferta y demanda considerando que alrededor del 25% de las personas que habitan en cada zona corresponde a conductores con vehículo disponible, lo cual sería suficiente para movilizar el 75% restante de personas que se movilizarían como pasajeros, lo que implica una relación de 1 conductor y 3 pasajeros por vehículo, garantizando así el aprovechamiento de los cupos totales de los vehículos y mejorando tiempos de desplazamiento para el 74% de la población del campus.

Por otro lado, es importante agregar que dada la ubicación central del campus aquellas zonas en las cuales no se manifestó disponibilidad de conductores, la demanda de estas podría ser cubierta parcial o totalmente por los conductores de zonas aledañas que tengan una ruta de desplazamiento común.

Teniendo en cuenta lo anterior, y con el fin de identificar características comunes de viaje entre individuos de la comunidad, a continuación, se presenta el resultado obtenido a partir del análisis por correlación de variables según las respuestas obtenidas en la encuesta de intención de participación.

Figura 3. Matriz de Correlación de Pearson



De la figura anterior es posible determinar que:

La mayoría de la comunidad asiste entre 3 y 5 días a la Universidad, pero la asistencia de administrativos, docentes y contratistas es muy variable. Mientras que los estudiantes de posgrados asisten entre 2 y 3 días son los egresados quienes únicamente visitan la universidad una vez a la semana.

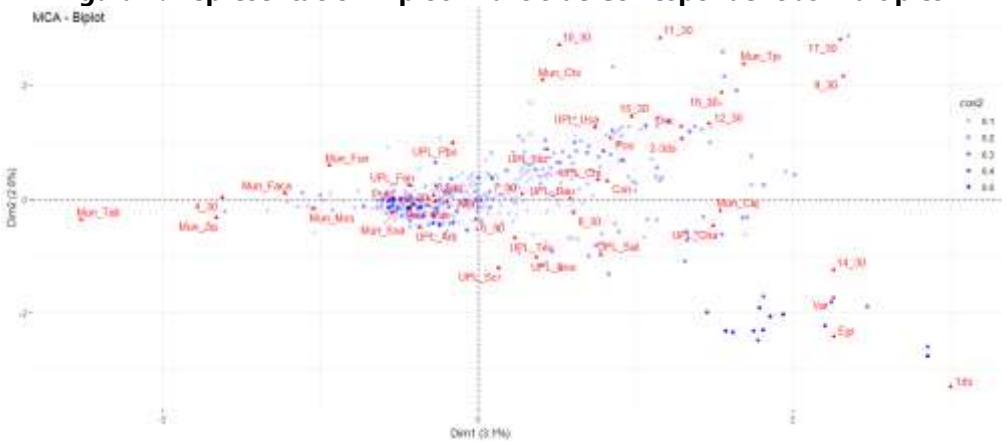
Existe una fuerte orientación por parte de los encuestados que viven en Bogotá de viajar a la universidad desde las 5:30 am; en cuanto al origen de los viajes, estos parten principalmente de la UPL Rafael Uribe. Las UPL de Usme, Niza, Edén y Barrios Unidos son las que presentan menor cantidad de viajes.

En los municipios aledaños a la ciudad, la hora de salida asciende a las 4:30 am, principalmente Mosquera y Zipaquirá. La Calera es el único municipio diferente a Bogotá con una participación considerable de conductores con vehículo particular.

Los conductores con vehículo disponible tienden a ser principalmente docentes, y administrativos y estudiantes de posgrado, mientras que en el rol de pasajero predominan estudiantes de pregrado, administrativos y contratistas.

Por otro lado, y tal como se mencionó en la metodología, con el fin de complementar el análisis y asociar características de viaje de los individuos con interés en participar en el proyecto, en la figura 4 se muestra la representación gráfica de los resultados obtenidos del Análisis de Correspondencias Múltiples, mostrando únicamente las variables cuya suma de cosenos cuadrados en ambas dimensiones es mayor a 0,01; aquellas categorías que no aparecen representadas requieren un análisis en más de dos dimensiones para cubrir suficientemente su inercia o variación. Adicionalmente, se optó por representar individuos según su nivel de coseno cuadrado con el fin de identificar zonas donde se representan con mayor confiabilidad los grupos de individuos y por ende la asociación de sus características.

Figura 4. Representación Biplot Análisis de Correspondencias Múltiples



De la figura 4, en la cual se relacionan categorías con los individuos objeto de estudio, fue posible observar lo siguiente:

Los individuos que habitan en municipios como Zipaquirá, Facatativá, Funza, Tabio y Mosquera comparten un horario de salida entre 4:30 y 5:30 am desde el hogar hacia la universidad; los cuales corresponden en mayor medida a pasajeros estudiantes de pregrado que hacen uso del transporte público como medio de transporte principal.

En otro grupo, las UPL Fontibón, Patio Bonito, Arborizadora y San Cristóbal, así como los municipios Soacha, Mosquera y Funza tienen en común horarios de salida entre 5:30 y 6:30, relacionando sus usuarios con una frecuencia de asistencia entre 3 y 5 días

a la semana o más, y entre los cuales predominan los tipos de vinculación de administrativos, contratistas y estudiantes de pregrado.

Existe un grupo que presenta una alta variabilidad en sus horarios de salida del hogar (entre 7:30 am y 4:30 pm), con orígenes predominantemente de las UPL Niza, Barrios Unidos, Salitre, Chapinero, Teusaquillo, Centro Histórico y Bosa, así como los municipios Chía, Tenjo y Cajicá. Las características de viaje que se asocian en este grupo reflejan el comportamiento habitual de desplazamientos de los docentes y estudiantes de posgrado, ya que existe una fuerte relación con el tipo de usuario conductor, identificado anteriormente, y adicionalmente existe una relación marcada con la frecuencia de asistencia a la universidad de dos a tres días por semana.
Finalmente se observa un grupo conformado por egresados cuyo horario de salida desde sus lugares de origen tiende a ser variable, sin embargo, se identifica un horario en común, 2:30 pm, con una frecuencia de asistencia al campus de 1 día por semana.

4. Conclusiones

En el presente artículo se presenta el marco estadístico de soporte para que la cuente con tres funciones principales, notificar la ubicación de los usuarios, notificar horario de partida y número de cupos en los diferentes vehículos, y notificar sitios de encuentro para personas que se encuentren en un radio cercano.

Se puede observar que en las zonas que cuentan con disponibilidad de conductores existe un amplio potencial para el desarrollo de viajes compartidos teniendo en cuenta la distribución de tipo de usuario que se obtuvo, detallándose en la mayoría de las zonas una proporción de 1 conductor por cada 3 pasajeros, lo cual es ideal considerando que la capacidad de los vehículos en promedio es de 4 ocupantes.

La mayoría de comunidad asiste entre 3 y 5 días a la Universidad, lo cual es natural en el contexto de la Universidad dado que los horarios de clase implican generalmente asistir más de 4 días a la semana. De igual manera, las asistencias de egresados y estudiantes de posgrados son correspondiente a la intensidad de las actividades académicas, puesto que asisten entre 1 y 3 días a la semana. Por su parte administrativos, docentes y contratistas tienen una asistencia variable.

Existe una fuerte orientación por parte de los encuestados que viven en Bogotá de viajar a la universidad desde las 5:30 am, siendo principalmente estudiantes de pregrado usuarios de transporte público, y aunque principalmente el origen de viaje es la UPL Rafael Uribe, todas las UPL tienen presencia.

Por su parte, en los municipios aledaños a la capital, la hora de salida asciende a las 4:30 am. Se puede entender este comportamiento dado que el tiempo de viaje incrementa al vivir en la periferia. Entre estos municipios destaca la participación de los municipios Mosquera y Zipaquirá.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se evidencia que las UPL Fontibón, Patio Bonito, Arborizadora y San Cristóbal son las que potencialmente se verían beneficiadas con la implementación de viajes compartidos, ya que, para todas, en promedio el 20% de las personas con intención de participar en el proyecto son conductores que cuentan con vehículos disponibles.

Es importante que, al momento de implementar la aplicación, se cuente con una percepción de más del 70% de la población total del campus en sus diferentes tipos de vinculación, esto con el fin de conocer realmente la intención y disponibilidad de participación de todos los usuarios que cuentan con vehículo.

Aunque un porcentaje de docentes considerable cuenta con disponibilidad de vehículo su variabilidad horaria de salida del hogar impide la concreción de un número significativo de pasajeros en el mismo instante, sin embargo esto permite que en casos donde los usuarios pasajeros no salgan en el horario típico de sus lugares de origen o encuentro, pueden optar por hacer uso de estos viajes compartidos en horarios atípicos o poco habituales, de manera que se facilite el medio de transporte para llegar a la universidad.

Si bien en el presente estudio se consideraron conductores con vehículos disponibles del tipo automóvil y motocicleta, la percepción de los pasajeros con intención de participación es que el viaje en moto puede llegar a tener un nivel de riesgo alto en comparación con el carro. Sin embargo, el análisis de preferencia de modo de transporte no es alcance de esta investigación y puede ser considerado en una segunda instancia del proyecto.

Durante el levantamiento de la información se encontró que existen grupos de redes sociales donde se coordinan algunos viajes compartidos de miembros de la Universidad Nacional de Colombia, con lo cual se esperará que la aplicación permita de una manera oficial integrar a estos usuarios, incrementando las posibilidades de viaje, aumentando la cantidad de viajeros y de igual manera brindando una plataforma participativa e institucional.

5. Referencias Bibliográficas

Álvarez, R. P., & Salazar, J. C. M. (2016). La cartografía como instrumento de comunicación en la planificación del espacio geográfico. Entorno Geográfico, 10.

Blablacar (s.f.) https://www.blablacar.es/

Castro García, W., Bedoya Paniagua, D. A., Barón Collazos, A. M., Pirazán Sáenz, D. A., Pino Monroy, D. A., Ospina Rojas, S. S., & Gómez Saavedra, A. N. (2021). Estudio para la implementación de una aplicación móvil para viajes compartidos de la comunidad académica entre su vivienda y el campus universitario. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia - sede Bogotá. R-Evolucionando el transporte. Congreso de Ingeniería del Transporte CIT 2021: R-Evolucionando el transporte (14º. 2021. Burgos).

Chen, P., Li, F., & Wu, C. (2021). Research on intrusion detection method based on Pearson correlation coefficient feature selection algorithm. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1757, No. 1, p. 012054). IOP Publishing.

Ciclogreen. (s. f.). https://www.ciclogreen.com/

Das, S., Dutta, A., & Fitzpatrick, K. (2020). Technological perception on autonomous vehicles: perspectives of the non-motorists. Technology Analysis & Strategic Management, 32(11), 1335-1352.

De Angelis, C. A. (2011). Empleo del Análisis de correspondencias múltiples para la identificación del acceso diferencial al sistema de medios de comunicación en la ciudad de Buenos Aires y el conurbano bonaerense 2007 - 2009. IX Jornadas de Sociología. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

De la Matanza, S. J., Las Lomas, S., & Ballve, L. D. (2018). El valor p. Interpretación, orígenes y su utilización actual. Revista Argentina De Terapia Intensiva 2018 - 35 Nº 31-1.

Esri. (2011). GIS for Urban and Regional Planning. Esri, January, 64. http://www.esri.com/~/media/Files/Pdfs/library/bestpractices/urbanregional-planning.pdf

Martínez, C. (2016). Estadística y Muestreo (13.ª ed.). Bogotá: Ecore Ediciones LTDA.

Monterroza, Jose. (2016). Wheels. Devpost. https://devpost.com/software/wheels-6unlv7

Monterrey Gutiérrez, P. A., & Gómez-Restrepo, C. (2009). Beyond p value. Revista Colombiana de Psiquiatría, 38(3), 574-586.

Molina-Azorin, J. F., & Fetters, M. D. (2022). In This Issue: Transformative and Participatory Methods, Integration Through Multiple Correspondence Analysis, and Network Analysis of Qualitative Data. Journal of Mixed Methods Research, 16(3), 271-273.

Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (2021, 29 diciembre). DECRETO 555 DE 2021 "Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.". https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?dt=S&i=119582#485

Organización de las Naciones Unidas. (2016). Mobilizing Sustainable Transport for Development. https://sustainabledevelopment.un.org/index.php?page=view&type=400&nr=2375&menu=1515

Parra, J. E. (2011). Modelo de análisis de correspondencias múltiples. Revista De Ciencias Sociales, 2(2). https://doi.org/10.31876/rcs.v2i2.24801

Pearson K., 1896. Mathematical contributions to the theory of evolution. III. Regression, heredity, and panmixia. Philosophical Transactions of the Royal Society Ser. A 187:253–318

Rahadian, H., Bandong, S., Widyotriatmo, A., & Joelianto, E. (2023). Image encoding selection based on Pearson correlation coefficient for time series anomaly detection. Alexandria Engineering Journal, 82, 304-322.

Secretaría Distrital de Movilidad. (2023). Resultados de la Encuesta de Movilidad Bogotá-Región 2023. https://www.encuestademovilidad2023.com/

Shaheen, Susan & Cohen, Adam. (2012). Carsharing and Personal Vehicle Services: Worldwide Market Developments and Emerging Trends. International Journal of Sustainable Transportation.

Transportame. (s. f.). https://www.transportame.com/Aboutus

Universidad Nacional de Colombia (2024). Datos Abiertos. Recuperado 18 de enero de 2023 https://unal.edu.co/datos-abiertos

EL MODELO DE CIUDAD NEOLIBERAL VISTO DESDE LOS VIAJES EN PLATAFORMA. EL CASO DE PUEBLA, MÉXICO

Olegario Batalla Coeto

Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades "Alfonso Vélez Pliego" de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. olegariobatalla@gmail.com

RESUMEN

Desde la última década del siglo XX, la ciudad de Puebla ha experimentado una reconfiguración urbana neoliberal, generando polarización socioeconómica y territorial. Entre 2011 y 2017, el proyecto "Marca Puebla" transformó el paisaje urbano, buscando atraer inversión y turismo internacional. Esta transformación propició la llegada y operación de servicios de transporte privado como Uber, Cabify y DiDi, desplazando a los taxis tradicionales y provocando un rápido aumento en el número de conductores de plataforma. Una investigación etnográfica llevada a cabo entre 2018 y 2020, realizada a través de la figura de etnógrafo-usuario-ex conductor, revela cómo estos conductores construyen simbólicamente sus representaciones del espacio metropolitano a través de sus viajes de trabajo, proporcionando una visión profunda de las implicaciones socioculturales del desarrollo urbano neoliberal. La investigación destaca la importancia de abordar estos temas desde un enfoque cualitativo y de movilidad para comprender los procesos socioculturales complejos y las consecuencias cotidianas de las transformaciones urbanas.

1. Introducción

Desde finales del siglo XX, la ciudad de Puebla ha experimentado una reconfiguración urbana bajo el modelo neoliberal, generando polarización socioeconómica y territorial, confirmada por el concepto de "ciudad dual" de Manuel Castells (1989) y la "geografía de la globalización" de Richard Sennett (2013). Durante el sexenio de Rafael Moreno Valle (2011-2017), el proyecto "Marca Puebla" modificó ampliamente el paisaje de la Zona Metropolitana, buscando certificaciones internacionales a través del proyecto federal "Puebla: Ciudad de Innovación y Diseño" (Puebla CID) (Kurjenoja e Ismael, 2018). Esta transformación, enfocada en atraer inversión y turismo, desplazó la atención de las políticas públicas de las clases medias locales hacia el turismo nacional e internacional (López, 2018).

La expansión global de Uber, iniciada en 2015, se intersectó con este proceso, ofreciendo libertad y flexibilidad a conductores. A pesar de ser la plataforma dominante, otras como Cabify y DiDi también tuvieron un impacto significativo (Batalla, 2021). El rápido crecimiento de la fuerza laboral en servicios de transporte privado digital evidencia la gentrificación del servicio de taxi tradicional y la transformación cultural y laboral en la ciudad (Batalla, 2023). Así, esta ponencia se basa en una investigación etnográfica llevada a cabo entre 2018 y 2020, basada en mi experiencia personal como ex conductor de Uber, revelando la construcción simbólica del espacio metropolitano entre conductores de esta plataforma, destacando la importancia de los enfoques cualitativos para comprender las implicaciones socioculturales del desarrollo urbano neoliberal.

2. Aspectos teórico-metodológicos

Esta investigación se centró en comprender la configuración cultural del espacio urbano en la modernidad tardía, influida por la cultura del neoliberalismo, mediante el estudio de la movilidad urbana asociada con la construcción de la "Marca Puebla". Inspirado en la concepción de Henri Lefebvre (2013) sobre la relación entre modos de producción y espacio social, me basé en los enfoques antropológicos propuestos por James Clifford (1999), George Marcus (2001) y Rossana Reguillo (2005) para explorar las transformaciones culturales desde el punto de vista de la movilidad, acercándome así a las experiencias de los conductores de Uber en Puebla.

Siguiendo la propuesta de Kevin Lynch (1992) de mapeo de territorios con base en adjetivos polarizados, la metodología incluye 44 relatos situacionales que investigan las divisiones percibidas por los conductores en el espacio metropolitano, abordando temas como zonas de peligro/seguras u horarios de mayor o menor trabajo. Estos

relatos, realizados como usuario frecuente de esta plataforma, se complementan con entrevistas estructuradas y dibujos de mapas mentales realizados por conductores. La interacción en espacios virtuales, como un grupo de Facebook y un canal de WhatsApp, proporciona una visión de la dinámica social y la construcción de imágenes urbanas entre los conductores de Uber en Puebla. La investigación se enfoca en comprender las significaciones subyacentes a las experiencias de trabajo de los conductores en el espacio metropolitano.

3. Hallazgos

3.1. "O muy pobres o muy ricos": la nueva frontera urbana

Con base en las preferencias y experiencias de trabajo de las y los conductores de Uber, y a pesar de la variabilidad en la composición de sus representaciones debido a su posicionamiento social, se observó una formación dual del espacio metropolitano de Puebla. Esta dualidad se reflejó en la existencia de dos amplios territorios contrastantes: la antigua ciudad de Puebla, percibida como peligrosa y deteriorada, y la "zona de Angelópolis", considerada más segura y propicia para el trabajo.

Este nuevo territorio, que se apropia simbólicamente de la identidad de la ciudad de Puebla, fue detonado a finales del siglo pasado mediante la construcción del centro comercial del mismo nombre en una inédita asociación entre el gobierno estatal y la iniciativa privada. La construcción de este centro comercial sirvió para estructurar un corredor urbano exclusivo y de prestigio social que contrasta con el resto de la ciudad, constituyendo así el inicio de una nueva centralidad urbana caracterizada por una multitud de comercios de lujo y espacios habitacionales cerrados exclusivos alrededor de los cuales se producen procesos físicos y simbólicos de segregación, pues en ella convergen la arquitectura moderna, el consumo, el ocio y los valores y símbolos de "la gente bien" (Vázquez, 2007).

Así, desde la perspectiva específica del transporte privado en plataformas digitales, se muestra una ciudad contradictoria, contrastante y polarizada, construida y destruida por la fuerza del mercado y el poder del Estado.

En la Figura 1 se puede observar, por un lado, la nueva centralidad elitizada constituida por los siguientes sub-territorios: 1) Angelópolis, el núcleo que alberga al centro comercial del mismo nombre y que se desarrolló a lo largo del Boulevard Atlixcáyotl; 2) La Avenida Juárez, un barrio lineal caracterizado por albergar restaurantes y bares de lujo; 3) La "zona de Cholula", que contiene los núcleos urbanos de los municipios conurbados de San Pedro y San Andrés Cholula, y que representa un gran polo de

atracción turística y vida nocturna; y 4) Lomas de Angelópolis, un mega conjunto habitacional-comercial exclusivo y amurallado en expansión constante que amenaza en convertirse en una ciudad dentro de la ciudad (Batalla, 2021).

Por otro lado, y rodeando a la nueva centralidad, se puede apreciar la antigua ciudad de Puebla, teniendo al centro histórico y a la Central de Autobuses de Puebla (CAPU) como nodos articuladores de una vasta periferia peligrosa y deteriorada, por lo cual son considerados como lugares de una frontera que no es deseable traspasar. Dentro de "la zona de Puebla", se pudieron identificar tres sub-territorios con base en la estructura vial de la zona metropolitana: 1) El centro histórico, lugar comercial y turístico, pero también peligroso; 2) Las "colonias" o el interior de la ciudad. Espacio de peligro relativamente atenuado; y 3) Las "orillas" o el "afuera" de la ciudad, delimitado por un circuito exterior conformado por el anillo periférico y la autopista México-Puebla. Son los espacios más deteriorados, invisibilizados y peligrosos.

Así, cada uno de estos grandes territorios cuenta con una dinámica social relativamente propia e independiente, siendo la zona elitizada el polo de atracción y punto de referencia de la zona metropolitana.

3.2. "La zona de Puebla": orillas y nueva periferia urbana

"La zona de Puebla", que abarca la mayor parte del municipio de Puebla y municipios conurbados, es percibida como la parte negativa del espacio metropolitano, asociada con mayor peligro e inseguridad. Siguiendo la conceptualización de Marc Augé (2007), se puede considerar como la "ciudad-mundo", que refleja las contradicciones y conflictos de la globalización, contrastando con la "ciudad mundial" representada por la zona elitizada de Angelópolis. Este amplio espacio se divide en tres sub-territorios: centro histórico, colonias y orillas, todos compartiendo una connotación negativa en contraste con la zona elitizada, pero con características distintivas entre ellos.

Figura 1. División dual de la Zona Metropolitana de Puebla.

3.2.1. Centro histórico

El centro histórico de la ciudad de Puebla experimenta un vaciamiento de significado, tanto literal como simbólico, debido a la consolidación de la zona de Angelópolis, lo que ha resultado en su desplazamiento. La usurpación de su identidad por parte de la nueva centralidad ha llevado a que este antiguo "corazón de la ciudad" ya no sea considerado el nodo principal de atracción, sino más bien un punto de frontera entre la zona elitizada y el extenso territorio habitado por las clases medias-bajas y populares. Este proceso ha llevado al interior de la ciudad a perder significado y volverse progresivamente invisible, transformándose en un "afuera" marcado por la inseguridad y el peligro.

3.2.2. Las "colonias"

Las "colonias" en el interior de la ciudad de Puebla, ubicadas dentro del circuito del anillo periférico y la autopista México-Puebla, se caracterizan por su marcado peligro e inseguridad. Aunque pueden estar céntricamente ubicadas, comparten características similares que las agrupan como un sub-territorio distintivo de las orillas. A diferencia de estas últimas, las colonias tienen una temática eminentemente urbana y son conocidas por nombre o físicamente por los conductores, lo que hace que el peligro en ellas sea identificable. Además, el deterioro de sus calles pavimentadas, llenas de baches, añade otra dimensión de inseguridad, contrastando con la zona elitizada que cuenta con las mejores vialidades. Así, la dimensión temporal de las imágenes urbanas se manifiesta durante la temporada de lluvias, cuando el deterioro de las calles de Puebla se experimenta con mayor riesgo. El olvido de la ciudad debido a la consolidación de la "Marca Puebla" y la corrupción afectan profundamente el bienestar de los conductores, manifestándose en el daño a sus automóviles.

3.2.3. Las "orillas"

Las "orillas" son lugares ubicados mayormente fuera del circuito vial exterior conformado por el anillo periférico y la autopista México-Puebla. Definidos por su ubicación geográfica y su unidad temática contrastante, mayormente rural, estos espacios desconocidos y precarios generan rechazo, *shock* y desorientación en los conductores. Así, los conductores construyen una frontera invisible mediante tácticas de conducción para evitar ingresar o salir rápidamente de estos lugares. La frontera se intensifica en las noches, asociadas con horror, oscuridad, soledad y miedo, considerándolas como el "afuera" de la ciudad, marcado por un temor intenso. Además, la noche se percibe como un territorio temporal de mayor riesgo, acentuado por el cobro en efectivo por parte de las plataformas.

3.3. "Una ciudad de luz": imágenes de la ciudad cosmopolita

La identidad oficial de Puebla, construida como una ciudad neoliberal, se centra en una nueva centralidad que aspira a posicionarla como una ciudad global. Este espacio elitizado, especialmente destacado en la zona de Angelópolis, se presenta como altamente atractivo para los conductores de Uber debido a las mejores condiciones de trabajo y ganancias. Sin embargo, esta "ciudad mundial" desplaza y obscurece la realidad de la "ciudad-mundo", creando así una nueva periferia urbana donde surgen contradicciones y conflictos resultantes de la expansión global de la lógica capitalista. A pesar de su aparente esplendor, este nuevo espacio elitizado no está exento de sus propias contradicciones y conflictos, los cuales afectan a sus residentes, visitantes, actividades y movilidad.

La zona de influencia de esta centralidad incluye la avenida Juárez, los municipios de San Andrés y San Pedro Cholula, y la zona de Angelópolis, destacando como lugares preferidos para trabajar y regresar rápidamente entre los conductores de Uber.

3.3.1. "La Juárez": imágenes cinematográficas

La avenida Juárez destaca por sus numerosos restaurantes y bares de lujo. Muchos conductores de plataforma la identifican como una zona de mucho trabajo, especialmente durante las noches y los fines de semana. Además, por su iluminación nocturna, se ha destacado como un atractivo turístico, atrayendo a visitantes de diversas partes del mundo.

Sin embargo, la avenida Juárez no está exenta de problemas, ya que la inseguridad afecta a los conductores, siendo escenario de asaltos, lo que lleva a algunos a restringir los pagos en efectivo o incluso a evitar trabajar en ciertos horarios. La realidad cinematográfica de la "Marca Puebla" y su brillo turístico se entrelazan con la sombra de la inseguridad, impactando la movilidad y experiencias de los conductores.

3.3.2. "La gente visita mucho Cholula"

La "zona de Cholula" abarca principalmente los núcleos urbanos de San Pedro y San Andrés Cholula, dividiéndose en la zona de "antros",[1] el centro de San Pedro Cholula y la zona llamada Zerezotla. La zona de "antros" se describe como un área lineal con una alta concentración de establecimientos nocturnos y una presencia significativa de estudiantes universitarios de clase alta. San Pedro Cholula destaca por su atractivo

[1] Bares y/o discotecas.

turístico, incluyendo un sitio arqueológico, su centro histórico y una intensa vida ritual. Por su parte, Zerezotla es una zona habitacional y comercial de clase alta en las afueras. Cholula es central en las imágenes urbanas de los conductores y se destaca por su actividad económica, especialmente los fines de semana, atrayendo tanto a residentes como a visitantes. Por esta razón, la capacidad de hablar inglés se considera ventajosa para los conductores, pues se percibe como un servicio valioso que puede resultar en mayores ganancias o propinas. En resumen, Cholula es un espacio complejo con diversidad económica y social, atractivo turístico, y un papel central en las actividades nocturnas y de entretenimiento en la región.

3.3.3. "Angelópolis", la ciudad mundial

El término "Angelópolis" se refiere a una extensa zona que ha desplazado y vaciado de sentido a la antigua ciudad de Puebla, consolidándose como un epicentro de mercantilización del espacio. Los conductores de Uber destacan la preferencia por trabajar en Angelópolis debido a la percepción de mayor trabajo, mejores condiciones y menor inseguridad. Algunos conductores revelaron sorpresa al descubrir la magnitud y lujo de esta zona, cuestionando quiénes son los habitantes de esta zona y qué se necesita para vivir allí.

Quedó en evidencia también la contradicción en las apreciaciones de los conductores sobre sus habitantes, pues a pesar de describir a algunos como prepotentes, también reconocen la presencia de personas sencillas y cordiales. En general, los conductores mostraron preferencia por trabajar en Angelópolis debido a la cantidad de trabajo disponible y a la posibilidad de recibir calificaciones más altas de los usuarios de esa zona, a pesar de algunas experiencias negativas.

Asimismo, se destacó una imagen positiva de los visitantes, tanto nacionales como extranjeros, contrastada con una visión negativa hacia los pasajeros poblanos, a quienes se describe como cerrados y elitistas. Los conductores prefieren a los usuarios extranjeros debido a su amabilidad, propensión a conversar y disposición a dejar propina. Se señaló la tendencia de los pasajeros locales a "apoderarse" de los vehículos, ensuciándolos y exigiendo limpieza mientras no respetan el espacio. El contraste cultural entre los usuarios de este territorio y los usuarios de la periferia fue evidente, destacando la preferencia de los conductores por los visitantes.

No obstante, a pesar de su reputación como una zona segura, se mencionaron casos de asaltos, relacionando la delincuencia con la llegada de la "Marca Puebla" y el posible quiebre entre la clase política y el crimen organizado. En este sentido, algunos conductores narraron experiencias de inseguridad e identificaron este territorio como lugar de habitación para mafiosos.

4. Conclusiones

El enfoque de movilidad en la construcción de las representaciones del espacio metropolitano entre conductores de plataforma en el contexto de consolidación del modelo neoliberal de ciudad en Puebla permitió observar lo siguiente:
Una composición dual y polarizada de la Zona Metropolitana de Puebla, que concuerda con los modelos de Manuel Castells y Richard Sennett.

La frontera entre la nueva centralidad urbana y la nueva periferia es reproducida por los conductores a través de sus preferencias y sus tácticas laborales.

La preferencia por espacios y usuarios elitizados no es solamente una búsqueda de distinción, sino responde a un complejo entramado de acontecimientos que ponen en riesgo sus intereses en un contexto de precariedad.

El modelo de urbanización neoliberal es significado de forma contradictoria: inseguridad ubicua y creciente, deterioro acentuado, infraestructura criticada, trabajo precarizado; pero existe un consenso positivo de la imagen de la "Marca Puebla" (no forman parte del mismo proceso).

Estas imágenes no impugnan o interpelan a la imagen de identidad de la "Marca Puebla", sino que reafirman su legitimidad.

El contraste entre lo global y lo local corresponde al contraste simbólico entre la nueva centralidad y la nueva periferia urbana, que se puede resumir a través de la siguiente tabla:

Tabla 1. Contraste simbólico entre la nueva centralidad urbana y la nueva periferia

Nueva periferia (Local)		Nueva centralidad (Global)	
Espacios	**Habitantes**	**Espacios**	**Habitantes/Visitantes**
Afuera	Morenos	Adentro	Blancos
Inseguro	Descuidados	Más seguro	Cuidados, de higiene
Pobres	Exigentes	Ricos	Amables
Abandonado	Prepotentes	Buenas condiciones	Sencillos
Horroroso	Irrespetuosos	Bello	Acompañantes
Oscuro	Sucios	Luminoso	Limpios
Solitario	Se apoderan de las unidades	Acompañamiento	Generosos
Incivilizado	Califican mal	Civilizado	Califican bien
Deteriorado	Trabajadores	Lujoso	Empresarios
TEMIDOS, RECHAZADOS, DETESTADOS (malas experiencias)		PREFERIDOS, DESEADOS, ADMIRADOS (buenas experiencias y dinero)	

5. Referencias Bibliográficas

Augé, M. (2007). *Por una antropología de la movilidad*. Gedisa: Barcelona.

Batalla, O. (2021) La construcción social de imágenes urbanas entre conductores de Uber en Puebla, México. *Academia Journals-CONCYTEP*. Vol. 3, Núm. 1. Online.

Batalla, O. (2023). Me reporto en línea: redes sociodigitales e inseguridad en el trabajo de plataformas de transporte en Puebla, México. *Vitam*. Vol. 7, Núm. 1, págs. 50-81.

Bauman, Z. (2019). *Modernidad líquida*. Fondo de Cultura Económica: México.

Castells, M. (1989). *La ciudad informacional. Tecnologías de la información, reestructuración económica y el proceso urbano-regional*. Alianza: Madrid.

Clifford, J. (1999). *Itinerarios transculturales.* Gedisa: Barcelona.

Kurjenoja, A.K. e Ismael, M.E. (2018). Puebla, ¿ciudad creativa, innovadora e inteligente?, en Hernández, A., Kurjenoja, A. e Ismael, M.E., *Ciudad, capital y cultura*, págs. 21-36. Ítaca, UDLAP: México.

Lefebvre, H. (2013). *La producción del espacio.* Capitán Swing: Madrid.

López, A. (2018). La infraestructura cultural en la explotación del territorio en Puebla (2011-2016), en Hernández, A., Kurjenoja, A. e Ismael, M.E., *Ciudad, capital y cultura*, págs. 37-52. Ítaca, UDLAP: México.

Lynch, K. (1992). *Administración del paisaje.* Norma: Santafé de Bogotá.

Marcus, G. (2001). Etnografía en/del sistema mundo. El surgimiento de la etnografía multilocal. *Alteridades*. Vol. 11, Núm. 22, págs. 111-127.

Reguillo, R. (2005). Ciudad, riesgos y malestares. Hacia una antropología del acontecimiento. En García Canclini, N. (coord.), *La antropología urbana en México*, págs. 307-340. Conaculta, UAM, FCE: México.

Sennett, R. (2013). *La cultura del nuevo capitalismo*. Anagrama: Barcelona.

Vázquez, Y. (2007). México y Puebla; del centro comercial a la ciudad. La construcción de nuevos territorios urbanos. *Trace*, Núm. 51, págs. 56-70.

EL TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO Y EL TERRITORIO: EL ESTUDIO DE CASO DEL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA, JALISCO, MÉXICO.

Mario Córdova España
Instituto de Investigación de la Movilidad Urbana Sustentable, IIMUS. Guadalajara, Jalisco, México.
iimus@cucea.udg.mx

Francisco Javier Hernández Hernández
Instituto de Investigación de la Movilidad Urbana Sustentable, IIMUS. Guadalajara, Jalisco, México.
iimus@cucea.udg.mx

RESUMEN

El 60% de la población urbana del mundo en 2020 se concentró en 1934 metrópolis de más de 300,000 habitantes, en América Latina y el Caribe existen 215 (ONU, 2020), en México hay 48 Zonas Metropolitanas mayores a 200,000 habitantes donde reside el 53.7 % de su población (SEDATU/CONAPO/INEGI, 2023), en las que se tienen una alta demanda de desplazamientos de personas, bienes y servicios, consumiendo ingentes cantidades de recursos materiales y energéticos, con consecuencias negativas sociales, económicas y ambientales.

El transporte público en todas sus modalidades no ha sido factor estructurante del desarrollo urbano cohesivo y compacto, que privilegie la proximidad, la intermodalidad y la conectividad, así como las ciudades caminables, pedaleables y con uso del transporte público sobre el privado, perdiendo pasajeros en favor de los usuarios de los automóviles y las motocicletas, cuyo uso crece vertiginosamente.

Lo anterior, debido en gran parte a que el territorio adyacente suele estar desvinculado en sus usos y destinos a la infraestructura de transporte público masivo y colectivo, y por tanto persiste su orientación al automóvil, su infraestructura y la expansión urbana. La planificación urbana, las políticas públicas, los programas y acciones en términos efectivos siguen sin tomar en cuenta el transporte público masivo y colectivo como ejes estructurantes de la movilidad urbana, el ordenamiento y el crecimiento urbano sustentables.

1. Introducción

El proceso de crecimiento urbano de la mayoría de las ciudades latinoamericanas y en particular en México ha sido expansivo y difuso, orientado más a la motorización individual que al transporte público, en el cual siguen prevaleciendo la falta de cobertura, integración y mala calidad de sus servicios, con una evidente desarticulación territorial. Las distancias y tiempos de desplazamiento son cada vez mayores con grandes afectaciones a las personas, y a la distribución de bienes y servicios.

No obstante que el paradigma de la movilidad urbana sustentable se encuentra mejor posicionado en las agendas públicas del gobierno mexicano federal, estatales y municipales, la especulación inmobiliaria y la auto movilidad siguen predominando con un tácito y evidente apoyo institucional, tanto a través de los propios planes de desarrollo urbano -consecuentes con los intereses inmobiliarios-, y de los programas de infraestructura vial orientados al automóvil y territorialmente expansivos, incluyendo en algunos casos la propia infraestructura del transporte público masivo. Actualmente, las áreas metropolitanas mexicanas crecen más en superficie y autos que en población.

Algunas de las ciudades mexicanas han intentado cambiar la situación a partir de intervenciones en el transporte masivo o semimasivo, a través de grandes inversiones en la construcción de líneas de metro, tren ligero, teleféricos y transporte rápido de autobuses (BRT), sin embargo -salvo la ciudad de México y el Área Metropolitana del Valle de México- -donde se concentran la mayor cantidad de recursos presupuestales en detrimento del resto del país- se hacen intervenciones intermitentes en tiempo y espacio, inmersas en falsos debates políticos y la sobrestimación de sus costos y beneficios, así como de problemas de endeudamiento recurrente que suelen postergar el desarrollo y consolidación de sus redes. Muchas de estas líneas de transporte se encuentran subutilizadas, con una competencia ruinosa de las rutas del transporte público convencional, sin un sistema de rutas alimentadoras y la ausencia de sistema tarifario integrado que favorezca al usuario en su uso multimodal, predominado más los viajes pendulares centro-periferia -producto de la expansión difusa- que los de proximidad, dada su alta desarticulación territorial.

Lo que se observa al menos en dos de las metrópolis mexicanas más importantes, como Monterrey y Guadalajara, es que el territorio adyacente -denominado Territorio Red, (Córdova, 2014)- de los corredores en que fueron construidas las líneas de transporte masivo o semimasivo, no tienen las características de uso y destino, ocupación y actividad económica convenientes, dando lugar al desaprovechamiento

de su infraestructura y en su defecto, a la atención de movimientos pendulares generados por el crecimiento urbano expansivo y difuso, donde marginalmente se ha localizado la población con menor capacidad económica y mayores problemas de movilidad y accesibilidad urbanas.

El caso del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) presenta toda la problemática antes expuesta con un alto potencial de transformación en el marco del paradigma del desarrollo urbano sustentable. El AMG en el año 2020 era un conglomerado de 5.2 millones de habitantes (INEGI, 2020), cuyos viajes diarios en transporte público eran de una tercera parte de los viajes totales, dado el creciente uso del automóvil (IIMUS, 2023).

De los viajes totales en transporte público sólo una quinta parte son realizados en una red de transporte público masivo (RTPM) y semimasivo no integrada al transporte público con base en autobuses. La RTPM es operada por el Sistema de Tren Eléctrico Urbano (SITEUR), y está compuesta actualmente por tres líneas de metro ligero denominadas Tren Eléctrico Urbano (TEU), una operada parcialmente como tren ligero en sus tramos de superficie, y dos líneas de transporte público semimasivo tipo BRT, denominadas Macro Calzada y Macro Periférico.

Actualmente se encuentra en proceso de construcción un tren ligero denominado institucionalmente "línea 4" del TEU, aunque en realidad no lo es, pues no se conectara directamente con las tres líneas actuales, haciendo transferencias con las dos líneas de BRT existentes.

Dadas las condiciones actuales de los usos y destinos del Territorio Red de las líneas actuales del transporte masivo y semimasivo del AMG, resulta relevante analizar su situación actual, sus planes de desarrollo urbano correspondientes, así como su potencial de transformación en el modelo de Desarrollo Urbano Orientado al Transporte Urbano Sustentable (DOTS) por lo que ésta investigación de carácter académico en proceso, presenta en éste Congreso los avances y conclusiones preliminares de la investigación.

2. Antecedentes

En el AMG se establecieron servicios de transporte semimasivo con trolebuses desde 1976 a 1985, en parte a través de un tramo de túnel de la actual línea 1 del TEU y

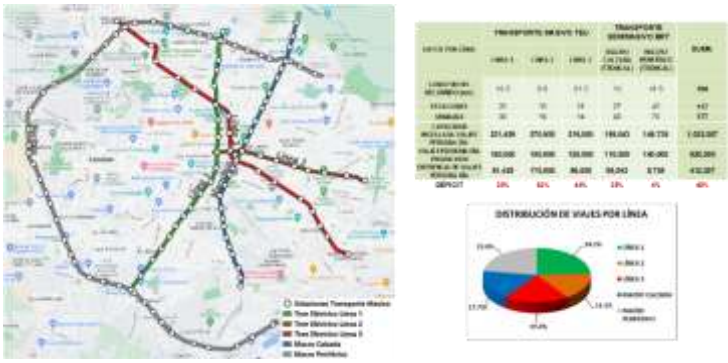
saliendo a superficie y conectando una extensa red de trolebuses que vinculaba diversos puntos del municipio de Guadalajara. Durante estos años la futura línea1 del TEU continúo extendiéndose tanto en túnel como en superficie hasta que en 1985 conectó de norte a sur tres municipios del AMG; antes de iniciar su operación como trolebús, el Gobierno del Estado decidió convertirlo en un tren ligero, iniciando operaciones dos años más tarde en 1989, lo cual sería la primera línea del TEU. El organismo operador del sistema fue el SITEUR hasta la fecha continuando con la construcción de una segunda línea pero ahora de metro ligero con tecnología compatible con la línea 1 iniciando su operación en 1994, totalmente subterránea y con transferencia directa con la línea 1. No obstante que SITEUR contaba con un plan maestro para crecer a 5 líneas desde 1994, por razones político partidistas y financieras se detuvo su crecimiento durante 30 años, y durante éste periodo tan sólo se construyó una línea de BRT, hasta iniciar nuevamente la operación de la tercera línea en 2022 y la segunda línea de BRT. Durante tres décadas la RTPM se detuvo cediendo el paso a la auto movilidad y la dispersión urbana del AMG.

3. Situación actual de la red

La Red del Transporte Público Masivo (RTPM) del AMG cuenta en total con 104 km de longitud, con 117 estaciones y con un equipo rodante de 177 unidades divididas entre trenes y autobuses articulados, produciendo 620,000 viajes persona día.

Actualmente se observa un sub-aprovechamiento de la infraestructura de transporte masivo y semimasivo en relación a su capacidad instalada estimada en 1´032,207 viajes persona día, significando un déficit del 40% del total del sistema. Ver Figura 1.

Figura 1. Red del Transporte Público Masivo del AMG y capacidad instalada.



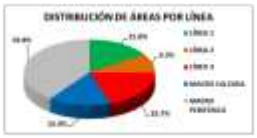
Fuente: Elaboración propia con datos de SITEUR (2023)

Las cuencas de servicio del Territorio Red de la RTPM cubren un área de 10,241 hectáreas, con una población de 801,304 habitantes y una densidad promedio de 78.2 Hab/ha, siendo el BRT del "Macro Periférico" el que cubre la mayor superficie con 4,078 hectáreas, con una población de 263,594 habitantes, aunque la Línea 2 tiene la mayor densidad con 100.7 Hab/ha. Ver figura 2.

La Línea 1 del tren con una longitud 16.5 kilómetros, 20 estaciones y un área urbana de influencia de 1,622.3 hectáreas, de 1989 a la fecha no ha tenido cambios significativos en el uso y destino de su cuenca de servicio, salvo aquellos que se han producido en sus extremos por crecimiento expansivo territorial de las áreas periféricas sur y norte del AMG. Esto ha generado que sus viajes sean de carácter pendular centro-periferia y que haya tramos de su trayecto desaprovechados territorialmente.

Figura 2. Cuencas de servicio del Territorio Red de la RTPM del AMG.

SUBSISTEMA	CUENCA DE SERVICIO (Ha)	POBLACIÓN Hab	DENSIDAD Hab/ha	PORCENTAJE DEL TERRITORIO RED
LÍNEA 1	1,622.31	155,512	95.8	15.8%
LÍNEA 2	952.20	95,840	100.7	9.3%
LÍNEA 3	2,014.43	164,512	81.7	19.7%
MACRO CALZADA	1,575.04	121,848	77.4	15.4%
MACRO PERIFÉRICO	4,078.09	263,594	64.6	39.8%
TOTAL	10,242.06	801,304	78.2	100.0%



Fuente: Elaboración propia con base al Censo de Población y Vivienda, INEGI (2020).

Las líneas 2 y 3 del tren con una menor demanda de viajes diarios presentan las mismas circunstancias de desaprovechamiento territorial. La línea 2 con una longitud de 8.5 kilómetros, 10 estaciones y un área urbana de influencia directa de 952.2 hectáreas, no creció desde 1994 y no logró tener los efectos urbanos previstos hacia el oriente del AMG, debido en gran parte a la falta de apoyo institucional y a la apertura desmesurada y desordenada del sur y norte de la metrópoli vinculados a la Línea 1. Durante 30 años sucesivos bajo gobiernos federales, estatales y municipales en conjunción con un sector inmobiliario, altamente especulativo e irresponsable, se construyeron viviendas de muy baja calidad en zonas dispersas y sin servicios, con problemas de accesibilidad y escasa cobertura del transporte público, a la par que se produjo una oferta inmobiliaria habitacional y comercial de alto valor estructurada a través de los accesos carreteros del AMG. Consecuentemente éste desordenado y especulativo crecimiento urbano, dio lugar a un alto déficit de transporte público, al surgimiento de modalidades de transporte emergentes, como moto taxis, camionetas comunitarias y motocicletas

y un alto congestionamiento vial, con externalidades negativas crecientes en términos sociales, económicos y ambientales.

La línea 3, con una longitud de 21.5 kilómetros, 18 estaciones y un área urbana de influencia directa de 2,014.4 hectáreas, después de casi 26 años de no ampliar la red de metro, fue inaugurada en el año 2020, como resultado de la recuperación de un trazo planteado en el Plan Maestro de SITEUR de 1994. No obstante, su alta inversión, inició su operación con los mismos problemas de sobre posición ruinosa y desarticulada del transporte público colectivo sobre toda la red, autorizada por la misma Secretaría de Transporte del Gobierno del Estado de Jalisco (SETRANS), y aun cuando vincula de manera diagonal tres municipios del AMG, también enfrenta los problemas de subaprovechamiento o reutilización del área urbana de influencia inmediata para espacios orientados a la movilidad urbana sustentable. La escasa intermodalidad de la red de transporte público masivo y semimasivo sólo considera en su integración el sistema de bicicletas públicas denominado "MiBici" pero tan solo en su forma digital de pago.
Es conveniente resaltar que las Líneas 1 y 2 del TEU después de poco más de 30 años de operación continúan prestando el servicio por debajo de su potencial de transportación sin que haya grandes cambios en su territorio adyacente, situación que también podría presentarse en la Línea 3 de no hacerse lo pertinente.

En el caso de la primera línea del BRT "Mi Macro Calzada", con una longitud de 16 kilómetros, 27 estaciones y un área urbana de influencia directa de 1,575.0 hectáreas, es evidente también que después de 14 años de operación las condiciones en su área de influencia tampoco han cambiado sustantivamente, lo que podría replicarse en la nueva línea circunvalaría del BRT de "Mi Macro Periférico", con una longitud de 41.5 kilómetros, 42 estaciones y un área de influencia de 4,078.1 hectáreas.

Además del bajo aprovechamiento del Territorio Red la RTPM padece una sobre posición de rutas de transporte público colectivo en diferentes porcentajes permitida por la propia autoridad, siendo afectada también por una escaza estructura tronco alimentadora.

Actualmente está en proceso la línea 4 del TEU, con una longitud de 21.5 kilómetros, 8 estaciones y un área urbana de influencia directa de 2,150 hectáreas, que en será una línea de tren ligero conectada indirectamente a las otras a través de su transferencia a las dos líneas del BRT. El argumento para este proyecto ha sido dotar de servicio de transporte semimasivo al municipio sur del AMG Tlajomulco de Zúñiga que ha sido durante décadas objeto de la expansión y dispersión urbana. Se prevé que este proyecto que transitará dentro del derecho de vía del ferrocarril de carga proveniente del puerto de Manzanillo conecte diversos fraccionamientos, un centro universitario y

varias localidades, disponiendo de más de 6,000 hectáreas de propiedad privada para el desarrollo urbano adyacente a lo largo de la línea. La urbanización de esta reserva urbana podría incrementar los viajes a mediano plazo más allá de la capacidad instalada lo cual implicará modificaciones sustanciales de infraestructura y en el equipamiento de intermodalidad y transferencia, además de tomar mayores medidas de seguridad dado que el tráfico del ferrocarril de carga incrementara la frecuencia de sus viajes.

Considerando lo anterior es necesario disponer de políticas públicas, programas y proyectos DOTS, que consideren las capacidades estructurantes de la infraestructura del transporte público masivo y semimasivo en consonancia con un sistema integrado tanto intermodal como territorialmente.

Hasta ahora quién ha regido el crecimiento urbano de manera "insustentable" es la especulación inmobiliaria bajo el disimulo y auspicio gubernamental, dando como resultado una mayor dispersión urbana con muticentralidades urbanas especulativas, con alta marginalidad periférica. La alta inversión discontinua en infraestructuras de transporte público masivo y semimasivo y su desaprovechamiento para incidir en el uso del territorio y contener la expansión, es uno de los grandes problemas que ineludiblemente debe ser enfrentad. Es la única forma que a la red de transporte público puede crecer e integrarse.

4. Sobre posición del transporte público colectivo en la RTPM

El servicio de Transporte Público Colectivo, conformado por 19 rutas troncales de autobús con sus alimentadoras y 138 rutas complementarias de autobús corto con diferentes vías, se encuentra en proceso de consolidación en un nuevo esquema de operación denominado "Mi Transporte" sobre la base de ruta empresa, sin embargo conserva su independencia funcional y estructural, con una alta sobre posición de servicios permitida por la autoridad de transporte y que afecta de forma ruinosa los viajes que deberían hacerse en la RTPM, favoreciendo los intereses de los concesionarios del transporte público colectivo. Ver figura 3 donde se puede observar respectivamente la sobre posición de rutas y los viajes estimados que afectan la sobre posición.

Figura 3. Transporte Colectivo Sobrepuesto a la RTPM del AMG

Fuente: Elaboración propia con datos de SETRAN (2023).

Un Sistema de Transporte Público supone la Integración de los aspectos Físicos, Operativos y Tarifarios del servicio, lo cual ya se ha implementado en diversos países, teniendo como espina dorsal la red del Transporte Masivo. La "Integración Física", implica equipamiento e infraestructura que facilite la conectividad y transferibilidad intermodal; la "Integración Operativa", conlleva la coordinación, ajuste y programación de horarios de servicio a través de recursos de gestión tecnológica informática; y la "Integración Tarifaria" implica una economía de escala que favorezca tanto al usuario y como al operador, mediante la homologación de sistemas digitales de pago y mecanismos de compensación que permitan tanto el control de ingresos, distribución de pagos, como las diversas opciones de costo y bonificación subsidiaria según las políticas públicas en tarifas sociales que se establezcan para los usuarios del sistema. Aun cuando se vienen dando pasos significativos en materia del uso de tecnologías de pago y control tarifario en la RTPM y en el transporte público colectivo con base en autobuses, falta mucho todavía para dar lugar a la consolidación de un sistema integrado.

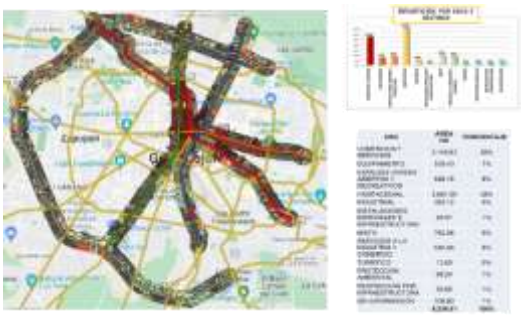
5. Potencial de DOTS en torno al área de influencia directa de la RTPM del AMG

En el caso del AMG se cuenta con una red de 6 ejes de Transporte Público Masivo y Semimasivo, por lo que es pertinente analizar su situación actual con respecto a la factibilidad de impulsar el DOTS, tanto en sus características actuales del territorio adyacente a la RTPM, como en sus aspectos normativos de usos y destino en materia de planificación urbana.

En cuanto a los usos y destinos planificados, el 35% es Habitacional con 2,861 ha, identificando áreas concentradas en distintos puntos de la RTPM. Le sigue con el 26% el de Comercios y Servicios con un área de 2,148 ha, ubicadas hacia la zona centro del

AMG. En el 8% se encuentran Espacios Verdes, Abiertos y Recreativos con un área de 628 ha, ubicadas en puntos muy equidistantes del AMG. Ver Figura 4.

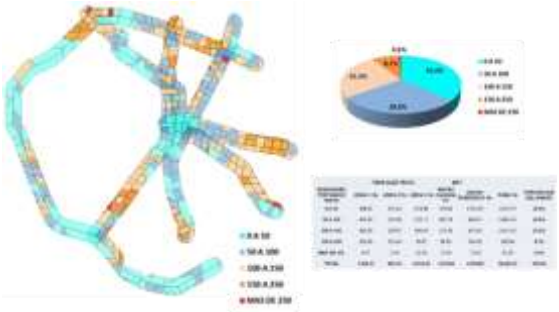
Figura 4. Usos y Destinos Planificados en la RTPM del AMG.



Fuente: Elaboración propia con datos del PDU del SIGMETRO, IMEPLAN (2022).

En lo que concierne a la población se encuentran densidades de 0 a 50 Hab/ha con 3,727 ha, de 50 a 100 con 2,945 ha y de 100 a 150 con 2,614 ha, distinguiéndose las de menor concentración en la zona del centro metropolitano de Guadalajara, así como en las zonas poniente y sur del Macro Periférico del AMG. La distribución de densidades mayores de población por línea son las siguientes: en Línea 1 es la de 100 a 150 Hab/ha con 582 ha, en Línea 2 es la de 50 a 100 con 322 ha, en Línea 3 es la de 100 a 150 con 696 ha; en el BRT Macro Calzada es de 50 a 100 con 687 ha y en el BRT Periférico es la de 0 a 50 con 2,074 ha. Ver Figura 5.

Figura 5. Densidad de Población en la RTPM del AMG.

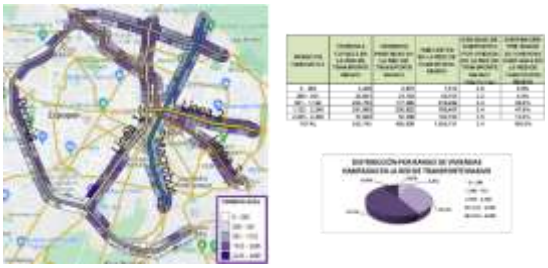


Fuente: Elaboración propia con base en Censo de Población y Vivienda, INEGI (2020).

La población se distribuye en 485,030 viviendas con una densidad promedio de 3.4 habitantes por vivienda, ubicándose principalmente hacia los extremos de la Línea 1, así como la zona oriente de Línea 2 y Línea 3. La mayor concentración con el 47.6% es en el rango de 1,122 a 2,245 con 230,822 viviendas con 785,407 habitantes, seguido con el 36.6% de 561 a 1,122 con 177,385 viviendas con 610,282 habitantes, mientras

que el menor es el de 0 a 280 con el 0.6% con 2,672 viviendas con 7,512 habitantes. Ver figura 6

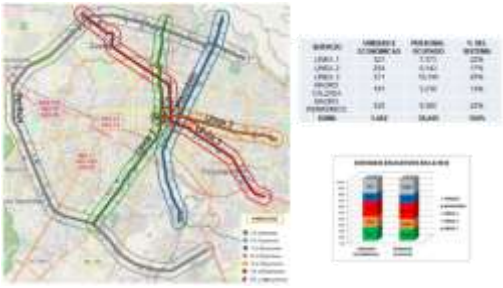
Figura 6. Viviendas Habitadas en la RTPM del AMG.



Fuente: Elaboración propia con base en Censo de Población y Vivienda, INEGI (2020).

Con respecto a los usos y destinos educativos se encontró la existencia de 1,462 unidades en la RTPM, donde trabajan 38,245 empleados, ubicándose principalmente hacia la zona centro del AMG. La mayor concentración con el 25% es en Línea 3 con 371 planteles educativos, con 10,145 trabajadores, seguida con el 22% de Macro Periférico con 325 planteles con 9,366 empleados y de Línea 1 con 321 planteles con 7,373 trabajadores. Ver figura 7.

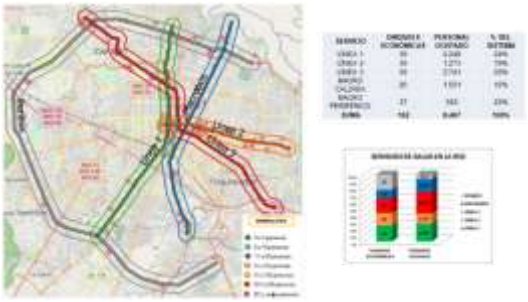
Figura 7. Servicios Educativos en la RTPM del AMG.



Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, INEGI (2018).

En el sector salud se identificaron 162 clínicas u hospitales en la RTPM, en que trabajan 8,407 empleados, ubicándose principalmente hacia la zona centro del AMG. Aunque la mayor concentración es del 24% en Línea 1 con 39 unidades de salud, que emplean a 2,249 trabajadores, resalta que con el 22% de Línea 3 con 36 unidades, se emplean a 2,741 trabajadores, mientras que con el 12% de Macro Calzada con 20 unidades, concentra a 1,551 trabajadores. Ver figura 8.

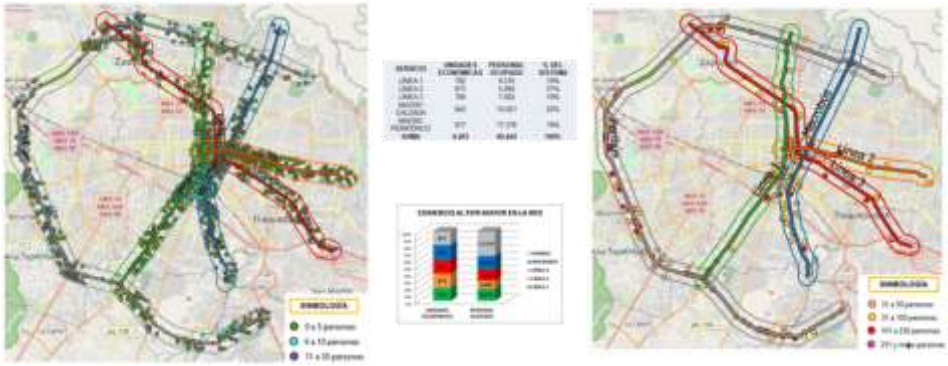
Figura 8. Servicios de Salud en la RTPM del AMG.



Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, INEGI (2018).

En el sector comercio al por mayor se distribuyen 4,203 establecimientos en la RTPM, donde laboran 49,424 empleados, ubicándose principalmente hacia la zona centro del AMG. Aunque la mayor concentración es del 22% en Macro Calzada con 942 comercios, que emplean a 10,021 trabajadores, resalta que con el 19% de Macro Periférico con 817 comercios, se emplean a 17,376 trabajadores, mientras que con el 19% de Línea 1 con 782 comercios, concentra a 8,535 trabajadores. Ver figura 9.

Figura 9. Comercios al por mayor en la RTPM del AMG.



Fuente: Elaboración propia con base en DENUE, INEGI (2018).

En la planificación metropolitana oficial se identifican los espacios denominados Nuevos Entornos Sustentables (NEUS), determinados en el Plan de Ordenamiento Territorial Metropolitano del AMG POTMET elaborado por el Instituto de Gestión y Planeación del AMG (IMEPLAN), sin embargo si bien están localizados sobre el trazo del transporte público varios de éstos se encuentran desligados directamente de la RTPM, además de que la relación con los preceptos DOTS es un tanto cuestionable de acuerdo a las características analizadas, lo que implicara que se dificulte un adecuado desarrollo en el territorio ligado a ellos.

Por tanto, con la intención de definir áreas con potencial para un DOTS y partiendo de los NEUS, de manera preliminar se identificaron 19 cuyas características y relación directa con la RTPM podrán garantizar mejores áreas susceptibles de ser transformadas bajo el modelo DOTS. Ver figura 10.

Figura 10. Áreas con potencial de adaptación para DOTS en el AMG.

Número	Línea Transporte Masivo o Semimasivo	Denominación del área	Municipio
1	2	San Juan de Dios-Obregón-Medrano	Guadalajara
2	3 y Macro Calzada	Distrito Salud	Guadalajara
3	Macro Periférico	Huentitán	Guadalajara
4	3	Olímpica-Tecnológico	Guadalajara
5	3 y 2	Ciudad Creativa Digital-Parque Morelos	Guadalajara
6	3	La Normal	Guadalajara
7	Macro Calzada	Estadio	Guadalajara
8	Macro Calzada	Agua Azul-Central Camionera-Mexicaltzingo	Guadalajara
9	3 y 2	Corredor Alcalde	Guadalajara
10	Macro Calzada	El Deán-La Nogalera	Guadalajara
11	2	Parque Solidaridad	Guadalajara-Tonalá
12	1 y Macro Periférico	Canal Atemajac	Guadalajara-Zapopan
13	3	Central de Autobuses	San Pedro Tlaquepaque
14	3	Centro Histórico Tlaquepaque	San Pedro Tlaquepaque
15	1 y Macro Periférico	Cerro del Gachupín	San Pedro Tlaquepaque
16	1 y Macro Periférico	Santa María Tequepexpan	San Pedro Tlaquepaque
17	3 y Macro Periférico	Distrito Cultural Universitario	Zapopan
18	3 y Macro Periférico	Av. Laureles	Zapopan
19	3	Prolongación Mariano Otero	Zapopan

Fuente: Elaboración propia con base en POTMET, IMEPLAN (2022)

6. Conclusiones y recomendaciones.

Con base en los avances preliminares de la presente investigación, se ha encontrado potencialidad de implementación de DOTS dentro del área de influencia directa de la RTPM del AMG actual, y que podrían establecerse diversas estrategias de acuerdo a la vocación y situación de cada una de ellas, bajo conceptos de habitabilidad y complementariedad nodal. A continuación, se muestra una lista de las zonas identificadas en las que se está en proceso de definir las estrategias de intervención de acuerdo a las características de sus entornos urbanos, considerando la posibilidad de la red en cuanto a su conectividad y destinos complementarios. Ver Tabla 1.

Tabla 1. Áreas con potencial de DOTS en el AMG.

Clave	Línea de Transporte Masivo o Semimasivo	Área potencial de DOTS	Crarateristicas del entorno urbano
APDOTS1	Línea 1 y Macro Periférico	Canal Atemajac	Cuenta con las estaciones Atemajac de la Línea 1 y La Experiencia del Macro Periferico, con Unidad Medica, Centro Comercial, Mercado, sin espacios para desarrollo habitacional
APDOTS2	Línea 1 y Macro Periférico	Cerro del Gachupín	Cuenta con las estaciones Santuario de los Mártires, terminal Periférico sur de la Línea 1 y Periférico sur del Macro Periferico, con area de esparcimiento, vivienda de baja densidad y centro comercial, sin espacio para desarrollo habitacional
APDOTS3	Línea 1 y Macro Periférico	Santa María Tequepexpan	Cuenta con las estaciones terminal Periférico sur de la Línea 1 y Periférico sur del Macro Periferico, con vivienda de baja densidad y centro comercial, con espacio para desarrollo
APDOTS4	Línea 2	San Juan de Dios-Obregón-Medrano	Cuenta con las estaciones San Juan de Dios de la Línea 2 y del Macro Calzada, con areas comerciales, mercado, sistema de bicicleta pública MiBici, Zonas 30 y sistema de parquímetros. Tiene densidades bajas, con gran cantidad de vivienda desocupada y amplia oferta de equipamiento.
APDOTS5	Línea 2	Parque Solidaridad	Cuenta con la Terminal Tetán del la Línea 2, con vivienda de baja densidad, con area de esparcimiento, con espacios para desarrollo habitacional
APDOTS6	Línea 3 y Macro Calzada	Ciudad Creativa Digital-Parque Morelos	Cuenta con las estaciones Santuario de la Línea 3 y Alameda de Macro Calzada, con sistema de bicicleta pública MiBici, Zonas 30 y sistema de parquímetros. Tiene densidades bajas, con gran cantidad de vivienda desocupada y amplia oferta de equipamiento.
APDOTS7	Línea 2 y Línea 3	Corredor Alcalde	Cuenta con las estaciones Plaza Universidad de la Línea 2 y La Normal, Santuario, Guadalajara Centro e Independencia de la Línea 3, con corredor peatonal, áreas comerciales, mercado, sistema de bicicleta pública MiBici, Zonas 30 y sistema de parquímetros. Tiene densidades bajas, con gran cantidad de vivienda desocupada y amplia oferta de equipamiento.
APDOTS8	Línea 3	Olímpica-Tecnológico	Cuenta con la estación CUCEI de la Línea 3, con sistema de bici pública, instalaciones educativas y unidad medica
APDOTS9	Línea 3	La Normal	Cuenta con la estación La Normal de la Línea 3, con CETRAM en desuso, espacios de esparcimiento, acuario, planetario, instalaciones deportivas, instituciones educativas, oficinas de gobierno, con vivienda desocupada
APDOTS10	Línea 3	Central de Autobuses	Cuenta con la Central Camionera y la Terminal de la Línea 3 que generan una zona de intermodalidad regional, existen poca vivienda, servicios de hospedaje, áreas comerciales, terrenos aprovechables y un centro comercial en desuso, está delimitada por viales que constituyen barreras urbanas
APDOTS11	Línea 3	Centro Histórico Tlaquepaque	Cuenta con estaciones Río Nilo y Tlaquepaque Centro de la Línea 3 y con infraestructura del sistema MiBici y Zonas 30, tiene alta densidad y porcentajes bajos de vivienda deshabitada, no cuenta con gran cantidad de equipamiento para satisfacer las necesidades de salud, educación o recreación
APDOTS12	Línea 3	Prolongación Mariano Otero	Cuenta con estación Mariano Otero de Macro Periférico, con vivienda de baja densidad, con área de esparcimiento, establecimientos comerciales y espacio para desarrollo habitacional
APDOTS13	Línea 3 y Macro Calzada	Distrito Salud	Cuenta con la estaciones de Línea 3 y Juan Álvarez de Macro Calzada, con infraestructura de Mi Bici, Zonas 30, instalaciones educativas, unidades medicas, oficinas de gobierno, con vivienda desocupada, sin área para desarrollo habitacional
APDOTS14	Línea 3 y Macro Periférico	Distrito Cultural Universitario	Cuenta con las estaciones Mercado del Mar y Zapopan Centro de la Línea 3 y Centro Cultural de Macro Periférico, se ubica el Centro Cultural Universitario, oficinas administrativas del gobierno de Zapopan, Unidad Médica, con lugares de esparcimiento, sin espacios para desarrollo habitacional
APDOTS15	Línea 3 y Macro Periférico	Av. Laureles	Cuenta con las estaciones Belenes y Mercado del Mar de la Línea 3 y Belenes de Macro Periférico, con centro comercial, servicios de Salud, áreas comerciales y mercado, sin espacios para desarrollo habitacional
APDOTS16	Macro Calzada	Estadio	Cuenta con la estación Monumental de Macro Calzada, con espacios de esparcimiento, Estadio Jalisco y Plaza de Toros, sin espacios para desarrollo habitacional
APDOTS17	Macro Calzada	Agua Azul-Central Camionera-Mexicaltzingo	Cuenta con estaciones Agua Azul y Niños Héroes de Macro Calzada, hay zonas de viviendas deshabitadas
APDOTS18	Macro Calzada	El Dean-La Nogalera	Cuenta con la estación El Dean de Macro Calzada, con zonas industriales, con bajas densidades, con espacios de esparcimiento
APDOTS19	Macro Calzada y Macro Periférico	Huentitán	Cuenta con estaciones Independencia norte, Zoológico, Huentitán y Mirador del Macro Calzada y con Barranca de Huentitán de Macro Periférico, con áreas de esparcimiento, centro comercial y niveles de densidad bajos, con vivienda desocupada y espacios susceptibles de ser desarrollados, en el se encuentra el desarrollo Puerta Guadalajara, tiene barreras naturales y urbanas, con acceso directo al centro histórico

Fuente: Elaboración propia con base a investigación (2023)

7. Referencias Bibliográficas

Instituto de Investigación de la Movilidad Urbana Sustentable, IIMUS (2023).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2020). Censo de Población y Vivienda. Recuperado de http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P 2023

Córdova (2014). Puertos marítimos globales. La ciudad portuaria de Manzanillo. Ediciones de la noche. Guadalajara, Jalisco.

Organización de las Naciones Unidas, ONU (2020) Estado Global de las Metrópolis 2020, Folleto de Datos Poblacionales.

Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano, SEDATU / Consejo Nacional de Población, CONAPO / Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2023), Metrópolis de México 2020.

ESTRATEGIAS Y CAPITAL DE MOVILIDAD FAMILIAR EN BARRIOS FRAGMENTADOS POR POLÍTICAS DE TRANSPORTE Y VIALIDAD EN LA METRÓPOLIS DE SANTIAGO DE CHILE

Paulette Landon
Universidad Católica de Chile, Chile. plandon@uahurtado.cl

RESUMEN

A través del estudio de caso la investigación[2] que sustenta este artículo busca problematizar las implicancias de la instalación de la Autopsita Acceso Sur a Santiago (AASS) y sistema de Transporte Público Metropolitano, en las estrategias y capital de movilidad desplegados por las familias que habitan en 4 barrios[3] segregados de la zona sur de la ciudad. En este contexto específico, se hacen evidentes formas de exclusión que dicen relación con las posibilidades de moverse *en* y *por* la ciudad: las intervenciones urbanas analizadas estarían profundizando procesos de segregación y exclusión social, dificultando el "uso" de la ciudad. Así, este caso deja en evidencia la falta de visibilidad de los problemas que atraviesan los habitantes de este y otros barrios pobres de la ciudad, y que nos develan las estrategias de apropiación y recursos que deben desplegar estas familias para materializar sus desplazamientos cotidianos.

Palabras claves: estrategias de movilidad cotidiana, segregación socio espacial, planes de transporte público e infraestructura vial

[2] En este artículo se presentan los principales resultados de la investigación que forma parte de la tesis Doctoral en Arquitectura y Estudios urbanos de la Pontifica Universidad Católica de Chile de la autora, Zona Sur, Infraestructura y estrategias de movilidad, financiado por CONICYT (2017). También se incluyen resultados de la investigación titulada: Subjetividad de la Pobreza: el caso de Bajos de Mena, financiada por la VRI de la UAH (2019) Landon Investigadora principal, y Coinvestigadoras A. Álvarez, M. Trebilcock.

[3] Los barrios de Bajos de Mena en la comuna de Puente Alto, Barrios de El Castillo y Santo Tomás en la comuna de la Pintana, y La Serena en la comuna de La Granja. Ubicados en la zona sur de la ciudad de Santiago.

1. Introducción

En la ciudad moderna existen diversas realidades y modos de vida que evidencian que no todos los ciudadanos tienen las mismas posibilidades de movilizarse: hay quienes lo hacen en menor tiempo, a mayores distancias, en múltiples direcciones y modos de transporte. Iván Illich (1975) plantea que los desplazamientos rápidos de algunos suponen un re-enlentecimiento de los desplazamientos no motorizados de otras personas. Ilustra, de manera clara, que la movilidad cotidiana puede ser un vehículo de las desigualdades sociales (Kaufmann 2001: 30). Bajo este supuesto, se reconoce que no todos los ciudadanos tienen las mismas posibilidades de materializar sus movilidades, ya que existirían en nuestras ciudades inequidades económicas, sociales, territoriales y culturales que también se expresan en una desigual distribución de bienes y servicios en el espacio urbano. (Orfeuil, 2005; Le Breton, 2005; Kaufmann, 2008; Jirón 2010).

En definitiva, no todos los ciudadanos cuentan con las condiciones materiales y las competencias para alcanzar los bienes y servicios que permiten su integración a la vida social, el ejercicio de sus derechos y el desarrollo de una vida autónoma (Gutiérrez, 2007b). Una de las premisas que sustenta esta reflexión deriva de autores como Kaufmann (2008), Orfeuil (2005) y Urry (2010) quienes posicionan a la movilidad urbana como una "dimensión medular en la vida contemporánea". Dicho esto, podemos afirmar que la capacidad de ser "móvil", es un valor fundamental para participar en sociedad. Ya que, la inmovilidad podría llegar a ser una importante fuente de desigualdades y de nuevas conflictividades sociales (Ascher: 2010, 14).

De ahí la importancia de la movilidad en la estructuración de la ciudad y en el funcionamiento diario de las personas forma parte de la complejidad de los espacios urbanos que hoy día habitamos. Según Figueroa (2011) la dispersión urbana ha generado fuertes procesos de fragmentación social y del transporte en la ciudad. El desarrollo de infraestructura y de los espacios públicos asociados a estos sectores deficitarios, dificulta la provisión de servicios públicos de transporte. Como resultado un número importante habitantes urbanos han visto limitadas sus oportunidades de acceso al trabajo, educación, salud, recreación, y actividades en la ciudad.

Así, la investigación que sustenta este artículo propone una comprensión compleja de la movilidad cotidiana en la ciudad, identifica y analiza las estrategias y competencias que despliegan las familias pobres en sus trayectos cotidianos, entendiendo que un contexto de cambios físicos, económicos, sociales, culturales, y espaciales de la ciudad. Bajo el supuesto que en estos contextos las personas deben adquirir nuevos códigos de lectura e interpretación para movilizarse en un entorno cambiante, ya que estas

nuevas competencias y capacidades para leer la ciudad no son homogéneas, sino que dependen del lugar de residencia, de factores socioeconómicos, culturales y políticos.

2. Planes de Transporte y vialidad en barrios segregados de la ciudad

Las transformaciones económicas y con ello las nuevas formas de localización dispersa de las aglomeraciones en la ciudad, han presionado la expansión de las infraestructuras de redes viales y de transporte urbano a límites inimaginables. (Herce:2010; Figueroa :2015) Si bien se reconoce que este fenómeno ha generado importantes avances en la relación espacio-tiempo en los traslados (Kauffman: 2001), también ha provocado irreversibles transformaciones socio espaciales, ambientales y económicas en el espacio urbano local, cuyos costos y externalidades negativas tienden a concentrarse en la escala local. Frente a estas transformaciones, la respuesta pública ha estado más bien centrada en el mejoramiento de conectividad y redes viales a gran escala, y en menor medida se ha ocupado la accesibilidad al interior de las aglomeraciones. En este escenario para Figueroa y Forray (2011:7) la nueva red de autopistas urbanas y Transantiago han sido considerados como componentes importantes en la ambición de esta modernización; ya que el sistema existente y la imagen pública que proyectaba la ciudad no correspondían a la solidez institucional, social y económica que el país estaba alcanzando. Desde el inicio del siglo XXI el carácter reactivo y las contradicciones de las políticas públicas y planes de transporte implementados en la ciudad de Santiago, van a ir acumulando una serie de efectos negativos para los habitantes, en especial para los más vulnerables, quienes siguen sufriendo en la vida cotidiana problemas de accesibilidad, de baja oferta y calidad de los servicios para la movilidad.

La ciudad actual, por su extensión y complejidad, exige nuevas competencias y habilidades para leerla, comprenderla, y así, "usarla", moverse *en* y *a través* de ella. Asimismo, las profundas transformaciones urbanas que se verifican en las ciudades latinoamericanas en general, y en Santiago en particular, causa y es causada por la proliferación de nuevas actividades y patrones de comportamiento de la vida en la ciudad (Landon, 2011: 34). Se busca, comprender cuales serían aquellas competencias necesarias para la movilidad; sobre la relación del individuo y su territorio, ya que esta estaría mediatizada por diversos dispositivos, que le Breton denomina competencias y que define *"...como la aptitud de los individuos para poner todos sus recursos en la construcción de sus territorios"* (Le Breton; 2005: 25).

3. Aproximación Metodológica

En el estudio que sustenta este artículo se utilizó el caso de estudio como estrategia micro social, ya que esta permite profundizar en los efectos de la instalación de la autopista acceso sur y sistema de transporte metropolitano en la movilidad cotidiana de las familias que habitan en los barrios aledaños, en la zona sur la Región Metropolitana de Santiago.

A su vez, el estudio de caso permite producir conocimiento relevante recurriendo al paradigma interpretativo, permitiendo aproximarse a los actores sociales de manera de comprender e interpretar de mejor forma los sentidos que orientan sus acciones (Coller, 2000). Siguiendo a Buraglia (2004), entenderemos el barrio como "una unidad urbanística identificable, un sistema organizado de relaciones a determinada escala de la ciudad y el asiento de una determinada comunidad urbana" (Landon 2017:25).

En este marco, la unidad de análisis seleccionada la constituyeron una muestra aleatoria de 60 familias residentes de cuatro barrios afectados[4]. Se trabajó, sobre la base de observaciones descriptivas no participantes, entrevistas semi-estructuradas[5] a representantes de familias que habitan en estos barrios, así como también entrevistas abiertas a actores locales y metropolitanos (públicos y privados) considerados claves. Se aborda el concepto de *capital de movilidad o motilidad*, propuesto por Kaufmann y Jemelin (2005)[6], en tanto que herramienta que orienta el análisis de las lógicas de la acción de las familias, y de sus mediaciones que influyen en las formas de apropiación del espacio.

4. Efectos de planes de vialidad y transporte Publico en los barrios de la zona sur de Santiago

El contexto urbano en que se insertan los 4 barrios de estudio[7], sse caracteriza por su condición de borde en la ciudad, y por concentrar importantes niveles de segregación socio espacial; altos índices de pobreza, delincuencia y vulnerabilidad. Estos barrios han sido doblemente afectados; por un lado, por la instalación de la Autopista Acceso

[4] Bajos de Mena, El Castillo, Santo Tomás y La Serena; con aproximadamente un total de 300 mil habitantes (INE 2017). La AAS atraviesa la zona sur por una población de cerca de 1.550.000 habitantes de la zona sur de Santiago.

[5] Las entrevistas semi-estructuradas individuales y grupales son herramientas fundamentales de este estudio; "el muestreo cualitativo no pretende la representación estadística, sino la representación tipológica, socio estructural" (Valles, 2002: 68).

[6] Como ya se indicó, la motilidad se compone de elementos relativos a la accesibilidad (las condiciones que son posibilidad para hacer uso de la oferta en el sentido amplio), las competencias (el saber hacer y/o lo que se requiere para hacer uso de esta oferta) y la apropiación (es el sentido dado por los propios actores a sus competencias) que revela las estrategias de los individuos (Kaufmann y Jemelin, 2005).

[7] Estos se ubican en comunas periféricas de la zona sur de la ciudad, La Granja, La Pintana y Puente Alto respectivamente, y ubicados entre 14 y19 kilómetros del centro de Santiago.

Sur a Santiago[8], y luego por el cambio del sistema de transporte público metropolitano.

Ilustración n°1. Plano Estructura metropolitana, red autopsita Acceso Sur de Santiago y Barrios de estudio: La Serena, Santo tomas, El Castillo y Bajos de Mena

Fuente: elaboración propia

Según las familias entrevistadas, la autopista[9] redujo su movilidad en el territorio próximo y limito su interacción con los barrios cercanos, ya que esta prescindió de elementos básicos como semáforos en intersecciones y puntos de acceso, señalización local y pasos de peatones, y donde la seguridad vial se convirtió en un verdadero problema para estos habitantes. Las vías laterales de la autopista aumentaron considerablemente su flujo de tráfico debido a la dificultad de conexión con otras zonas de la ciudad. Incluso para los pocos automovilistas de estos barrios, la falta de acceso a la infraestructura los obliga a recorrer entre 2 y 5 kilómetros para ingresar a la autopista, sin considerar los costos de los peajes. (Figueroa, Landon y Gurdon: 2023).

Además, el bajo uso que le dan los residentes a la autopista hace que esta vía sea percibida como una barrera que limita sus movilidades. Esta, no sólo profundizo sus problemas de acceso y seguridad (generación de vacíos urbanos, problemas de conectividad), sino porque también alteró de manera significativa el sistema vial interno del sector (presión de movilidades hacia los ejes estructurantes, falta de soportes para la movilidad segura y fluida de las vialidades estructurantes y secundarias, etc.), incrementando los tiempos de traslado y recursos para la movilidad en las familias.

Por otra parte, para estas familias la implementación del nuevo sistema integrado de transportes "Transantiago"- Red Movilidad (TP), ha disminuido considerablemente la oferta de recorridos de buses directos hacia comunas y peri centrales (dónde se

[8] Esta autopista de 46 kms., cuyo costo alcanzó los 300 millones de dólares, permite acceder directamente a Santiago desde el sur, conectando la Ruta 5 con Américo Vespucio, "que es el anillo de circunvalación desde el cual las personas podrán buscar su destino final" (E-construcción, 2010).

[9] Los habitantes de este barrio nunca fueron consultados e informados sobre este proyecto vial, su construcción se inicia en el año 2001, con más de 19 conflictos micro locales que retrasaron su construcción producto de los problemas ocasionados con los habitantes del barrio. Se inauguró en el 2010, con siete años de atraso respecto de la fecha programada inicialmente en los contratos, y con una serie de acuerdos de compensación.

localizan cerca del 60% de los destinos laborales[10]), también su frecuencia, especialmente en horarios vespertinos. Para los/as entrevistados, este cambio modificó la dinámica de organización de las movilidades de sus familias; en muchos casos se tradujo, en tomar la decisión de cambiar los destinos de sus fuentes laborales, o de localización de escuelas, centros de salud y de actividades de ocio. Incluso llevo a varias familias a considerar la posibilidad de acceder al automóvil particular, u otras alternativas de movilidad mecánica. Esto, con el fin de disminuir el tiempo de viaje, especialmente para destinos laborales de carácter metropolitano.

Los entrevistados coinciden, en que es en el barrio dónde se presentan los mayores obstáculos para la movilidad, por; el peligro de ser asaltados/as en la espera en los paraderos, y el riesgo que les implica hacer uso del TP en horarios vespertinos. Se observa en estos barrios que, con el cambio de sistema de transporte público, se incrementa el uso de transporte motorizado de tipo informal; colectivo y taxi local[11] para salir e ingresar al territorio.

5. Estrategias y capitales de movilidad familiar en barrios segregados

A través de este estudio fue posible identificar en las familias[12] entrevistadas, ciertas tendencias sobre cómo influyen sus tipologías en los alcances y destinos de sus movilidades. En particular la importancia del modelo de organización y de supervisión que adoptan, ya que este influiría directamente en los niveles de autonomía alcanzados en las movilidades de sus integrantes. En esta línea se abordarán tres dimensiones claves para su comprensión;

La movilidad espacial y capital familiar
La organización de las movilidades y presupuesto/tiempo
Las estrategias de apropiación en contextos de alta vulnerabilidad

i. La movilidad espacial y capital familiar

En las familias estudiadas se observa una diferenciación en los modos de apropiación del capital de la movilidad según su tipología, y que se expresa tanto en las distancias que recorren cada día, como en los motivos y destinos de sus trayectorias, aspectos que van a determinar de manera importante las posibilidades de inclusión social y urbana de sus miembros. Dicho esto, el capital de la movilidad de estas familias, su

[10] EOD, 2015.
[11] Se trata de autos particulares, bien equipados que funcionan 24 horas en el territorio, y se encuentran ubicados principalmente en los bordes externos de los barrios.
[12] Se entrevistaron a miembros de 20 familias en el barrio de Bajos de Mena entre los años 2016-2018 y 20 familias en el barrio El Castillo, 10 familias en Santo Tomás y 10 familias en La Serena entre los años 2015-2016. Las familias entrevistadas caracterizan por albergar un porcentaje importante de niveles de ingreso medios y bajos, asociados los quintiles I, II y III (PLADECOS Puente Alto 2015, La Pintana 2016, La Granja 2016).

mayor o menor desarrollo, depende de sus recursos internos (nivel de ingreso, equipamiento, salud, nivel de educación), junto con el conocimiento del espacio, y sus accesos para hacer uso efectivo de la oferta de transporte. Los análisis realizados, evidenciaron que los capitales de movilidad varían según la tipología de familia, ya que estas poseen distintas lógicas de funcionamiento, y de organización de los recursos para la movilidad espacial. Observándose en ellas algunas diferencias en las estrategias de apropiación que inciden directamente en los niveles de autonomía y alcances de sus movilidades.

En esta línea se puede afirmar, que aquellas familias monoparentales, con jefatura femenina cuentan en general con menos capitales de movilidad, y en consecuencia tienen movilidades más restringidas. En ellas la mujer es la jefa de familia, única proveedora, y es quien planifica y articula sus actividades laborales con las actividades domésticas, y también los requerimientos de movilidad de los hijos (rutinas escolares, recreacionales, de atención de salud, etc.).

En cambio, las familias biparentales, demuestran ser las más móviles, su estructura de organización interna evidencia que tienen más capitales para movilidad, lo que permite a sus miembros contar con mayores recursos y apoyos, como el acompañamiento en el espacio próximo a través de la caminata y/o uso de transporte privado. Además, estas son las familias que tienen más miembros que salen del barrio hacia otras comunas y metrópolis con fines de producción y reproducción. En ellas se observan niveles más altos de educación, de ingresos y también de tenencia de medios para la movilidad, como la bicicleta y en algunos casos el auto. En estas familias la socialización se da en el interior del núcleo, pero se combina con una mayor vinculación con quienes habitan en el espacio próximo; redes familiares, sociales, de voluntariado, deportivas.

Las familias extendidas, tienen una mayor concertación de movilidades en el espacio próximo, y una reducida movilidad en el espacio extra local. En este tipo de familia la socialización es más abierta, en ellas el contexto de hacinamiento, expulsa a sus integrantes a pasar más tiempo fuera de la casa, en la calle y en espacios públicos disponibles en el barrio. Pero estas familias cuentan con el apoyo de los adultos, estos cumplen un importante rol en el acompañamiento de las movilidades de los menores en sus trayectos al colegio y/o centros de salud. También predomina la mujer como coordinadora y/u organizadora de las movilidades de la familia. Este rol lo comparten las mujeres adultas (madres, abuelas, tías e hijas adultas).

ii. La organización de las movilidades y presupuesto - tiempo

La organización de los recursos para la movilidad es una dimensión central en la vida cotidiana de todas las familias, y estas están condicionadas por el nivel de ingresos y

de educación de los adultos, siendo la madre [13]la encargada de administrarlos. En los casos analizados, las familias biparentales son las que tienen los promedios de ingresos económicos y educacionales más elevados, al igual que los gastos asociados para la materialización de las movilidades de sus miembros. Sus integrantes realizan con mayor intensidad movilidades metropolitanas. Por otro lado, las familias extendidas si bien cuentan con más de un ingreso, no siempre les alcanzan para cubrir las necesidades de grupo. Por ello, destinan los mayores recursos internos para el acompañamiento de las movilidades de los miembros más jóvenes, siendo fundamentales para la realización de los trayectos en el espacio intra-local. Es posible apreciar que la caminata (C) y la red de transporte público (TP) son los medios más utilizados por las familias en su vida cotidiana; sin embargo, se observa en algunos grupos etarios un incremento del uso del transporte privado local (TL) radio taxi / colectivo, para salir e ingresar al barrio. Estos, ofrecen tarifas fijas según la distancia de los trayectos, conocidas por todos sus residentes, pero su uso implica una mayor inversión de recursos para las familias.

El automóvil es un capital escaso, en cambio la bicicleta es más accesible, pero de uso limitado por el contexto de inseguridad barrial, por la falta de seguridad vial para transitar por las calles del barrio debido a la inexistencia de las ciclovías, y de violencia en las calles. Del total de familias entrevistadas solo 8 cuentan con un automóvil, para aquellas que tienen miembros de la tercera edad, y/o con discapacidad física y/o mental, el disponer de un auto se constituye en un recurso fundamental, para no perder movilidad; y no contar con este recurso, implica un avance progresivo hacia la inmovilidad o confinamiento a la casa.

Sobre los recursos económicos de las familias[14] para la movilidad, fue posible identificar que, en promedio, las familias entrevistadas gastan entre un 50% y un 60% de su presupuesto familiar mensual para moverse por el barrio para poder tener acceso a la ciudad. Parece importante destacar el alto costo que representa en el presupuesto de estas familias, siendo posible afirmar que la mayor inversión de recursos en movilidad se da en los trayectos realizados por las familias en el intra-barrio, a través del uso de los servicios de colectivos y radio taxis locales.

Otros recursos que usan las familias para asegurar la movilidad de todos sus miembros son las redes de apoyo (no monetario) para la materialización de las movilidades; es

[13] Se identifica el rol principal que cumplen las mujeres como responsables para administrar el presupuesto familiar, ellas saben cuánto gasta en transporte cada miembro de la familia, reúne los aportes de los integrantes que trabajan, y distribuye los recursos para la movilidad de sus miembros (jóvenes y menores) según las distancias recorridas, edad, y/o grado de discapacidad.

[14] En promedio las familias entrevistadas cuentan con ingresos de aproximadamente $ 450.000 (500 dólares)

decir, las redes familiares y de vecindad, a través de ellas se supervisan también acompañan las movilidades cotidianas de sus miembros. Se trata de costos que no se incluyen en sus discursos a la hora de declarar el gasto del transporte de sus miembros, pero que en la práctica les implican un importante recurso (capital social) para resguardar las movilidades de sus miembros.

iii. Estrategias de apropiación en contextos de alta vulnerabilidad socio territorial

En este estudio se identificaron dos grandes categorías de estrategias de apropiación para la movilidad familiar; *el primer grupo prioriza la estructura y organización interna de las familias para apoyar la movilidad.* En estas familias los desplazamientos cotidianos son la puesta en práctica de los conocimientos, y recursos que poseen, y de su capacidad de ponerlos en juego con las oportunidades de accesibilidad que ofrece el territorio, para alcanzar las actividades diarias de sus miembros (trabajo, estudio, trámites, ocio y otros). Se comprueba el supuesto que su mayor o menor nivel de adaptación dependerá del capital de movilidad con que cuenten las familias. En este proceso se identifican lugares y horarios inseguros, se indican alternativas de rutas más seguras, se evitan los pasajes, calles o veredas por donde nunca se debe transitar, se explica la disponibilidad de transporte público del barrio, los paraderos, y las rutas más seguras (generalmente más largas) para la realización de sus actividades cotidianas, etc.

El funcionamiento de todas las familias se sostiene en la *regulación basada en acuerdos*, siempre consensuados con los padres o adultos. Esto, exige a sus miembros una gran capacidad de flexibilidad y coordinación para enfrentar las dificultades y obstáculos que presenta principalmente el territorio próximo. A través de la práctica del acompañamiento intergeneracional, se modela el desarrollo de competencias espaciales de sus integrantes, en ellas los miembros adultos preparan progresivamente a sus integrantes más jóvenes para alcanzar una mayor autonomía en sus movilidades, iniciándose en promedio a los 14 años.

El segundo grupo, *aborda formas de organización colectiva para enfrentar los obstáculos que presenta el territorio para la movilidad.* Estas estrategias se estructuran en torno a soportes y medios externos a la familia. Así, vemos como la mayoría de las/os entrevistadas/os relatan que para materializar trayectos con fines laborales y/o educacionales, deben superar primero las barreras físicas y de inseguridad del barrio. Se observa que todas las estrategias identificadas tienen en común un importante soporte comunitario como; el apoyo *y/o acompañamiento de vecinos en los trayectos intra y/o extra locales, a través de* medios peatonales y/o motorizados; también se observa *la práctica de evasión colectiva del transporte público*. En el caso de aquellas

familias que disponen de más recursos, se realiza un *uso intensivo de soporte motorizado privado local (pagado) o auto compartido* para moverse con mayor seguridad en y fuera del barrio.
Para estos estos habitantes, el taxi local es un servicio funcional y eficiente. Han naturalizado que deben pagar por este servicio, porque el transporte público, no responde a sus necesidades. A cambio, no se paga el transporte público, dejando en evidencia la falta de acción y apoyo del gobierno, frente a sus necesidades de transporte y movilidad. Esta estrategia, además, les permite solventar el costo de transporte privado, y resistir al confinamiento y exclusión de los beneficios y oportunidades laborales, educacionales que les ofrece la ciudad.

6. Conclusión

Los resultados de estudio dan cuenta de la existencia de diversas formas de segregación y de exclusión social al interior de las ciudades, como las diferencias en acceso a los servicios urbanos básicos según el barrio o comuna en el que se viva, aspectos que deben considerarse desde las políticas públicas ya que limitan el derecho de todos los ciudadanos a moverse y apropiarse de la ciudad. A través de este caso es posible determinar cómo la inseguridad que perciben los habitantes, junto con las fronteras físicas y simbólicas en sus barrios, generan prácticas, disciplinarias y anti disciplinarias-, que coexisten en quienes habitan estos territorios, y se sustentan en reglas bajo las cuales dichas prácticas se producen (Salcedo, 2010). Estas prácticas, en los casos analizados, se expresan en diversas estrategias de apropiación; de tipo solidaria, coercitiva y evasivas, las que en conjunto otorgan a estas familias la posibilidad de producción y reproducción, y para algunos, la realización de sus proyectos de vida.

Así, una de las conclusiones principales a las que se arriba en este estudio, es que los problemas de movilidad se registran y concentran en la escala micro barrial. La falta de accesibilidad física –derivada de deficiencias en el diseño material– debe ser releída a la luz de graves problemas de seguridad para moverse por el barrio[15]. En este caso, las prácticas analizadas reflejarían que, frente a un sistema de transporte y políticas de desarrollo urbano ineficaces, los pobres, deben absorber e incrementar los costos de movilidad, a través de estrategias que les implican un uso intensivo de medios privados de transporte para asegurar su reproducción social y urbana. Lo que devela cómo las restricciones físicas y simbólicas para la movilidad espacial, son formas de reproducción

[15] Paraderos mal ubicados, cooptados por actividades ilegales y que conducen a espacios abandonados, calles mal iluminadas, pasajes intransitables en horarios nocturnos a raíz de la localización de actividades delictuales, sitios eriazos, ausencia de pasarelas, débil señalética y baja presencia de instituciones de control.

de la segregación móvil, evidenciando que no todos los ciudadanos cuentan con los mismos recursos para la movilidad y accesos a las oportunidades que ofrece la ciudad.

7. Referencias Bibliográficas

Ascher, F. (2010) Los nuevos principios del urbanismo. Editorial Alianza, España.

Avellaneda, P & Lazo. (2011). Aproximación a la movilidad cotidiana en la periferia pobre de dos ciudades Latinoamericanas. Los caos de Lima y Santiago de Chile. Revista Transporte y Territorio Nº4, Universidad de Buenos Aires. Pp.47-58. Disponible en: www.rtt.filo.uba.ar/RTT00404047.pdf.

Bulgaria, P. (2004) .El Barrio, desde una perspectiva socio-espacial. Hacia una redefinicón del concepto. SERIE CIUDAD Y HABITAT - No. 5 - 1998. www.barriotaller.org.co

Cass, N., Shove, E. and J. Urry (2005) 'Social Exclusion, Mobility and Access', The Sociological Review 53(3):539-555.

Figueroa, O. (2013). Infraestructuras de Transporte Terrestre, Ciudad y Movilidad en América Latina. En Infraestructuras urbanas en América Latina: gestión y construcción de servicios y obras públicas. IAEN, Quito.

FIGUEROA, O., GURDON C., LANDON, P. (2023). "Motorways inducing mobility and immobility in Santiago, Chile". En: O. COUTARD, O. & D. FLORENTIN (Eds.) Handbook on Cities and Infrastructures. Editor Edward Elgar Publishing Ltd, ISBN 978 1 80088 914 9.

Figueroa, O., & Forray, R. (2011). Transantiago: Convergencias y divergencias entre la vocación de servicio público y la racionalidad técnico-económica del sistema. La fabrique du mouvement, Francia.

García Palomares, J.C (2008). Incidencia en la movilidad de los principales factores de un modelo metropolitano cambiante. Revista Eure Vol. XXXIV, Nº 101, pp.5-24. Santiago de Chile.

Herce, M. (2010). Sobre la Movilidad en la Ciudad. Barcelona: Editorial Reverté.

Kaufmann, V. (2001). Mobilitè et vie quotidienne: Synthèse et questions de recherche. PLUS nº 48. Direction de la recherche et des affaires scientifiques et techniques. Ministère de l'equipement, des transports et du logement, France.

Kaufman, V. & Jemelin, Ch. (2004). La motilité, une forme de capital. Permettant d' éviter les irréversibilités socio-spatiales?, EPFL –LASUR, Lausanne, Suiza.

Sagaris, L., & Landon, P. (2017) Autopistas, ciudadanía y democratización: la Costanera Norte y el Acceso Sur, Santiago de Chile (1997-2007). Revista EURE - Revista De Estudios Urbano Regionales, 43(128). Santiago.

Landon, P. (2017). Zona Sur: barrios, infraestructura y movilidad cotidiana. Documento final tesis doctoral en Arquitectura y Estudios Urbanos, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Lazo Corvalán, Alejandra. «Trasporte, movilidad y exclusión. El caso de Trasantiago en Chile». Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales. (2008) Vol. 12, https://raco.cat/index.php/ScriptaNova/article/view/114815.

Moreno Alba, D. F., Figueroa, O., & Gurdon, C. (2021). Desigualdades urbanas: costos y tiempos de viaje en el Área Metropolitana de Santiago. Revista INVI, 36(102), 54–79. Recuperado a partir de https://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/63519

Zukin, S. (1995) "Whose Cultura? Whose City?", The Cultures of Cities. Cambridge, MA:Blackwell Publishing.

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DEL EJE DE MOVILIDAD URBANA AGROALIMENTARIO LAGO DE VALENCIA, SAN JOAQUÍN, EDO CARABOBO.

Villegas Isandra

Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela. Isandravillegas@gmail.com

Barrios Valentina

Atkins Realis, Miami, Florida. Valentinabarriosv@gmail.com

Migliorisi Adrián

Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela. a.migliorisi16@gmail.com

RESUMEN

Actualmente existen en el mundo diversos métodos para certificar la sostenibilidad de los proyectos de infraestructura. Estos se basan fundamentalmente en los objetivos de cumplimiento de los criterios de sostenibilidad, En el caso de Venezuela, a pesar de que se han venido realizando esfuerzos privados y académicos, existe un vacío aún no abordado sobre el tema, y es la consideración de los criterios para certificar la construcción sostenible para proyectos de infraestructura y en particular para proyectos viales. Esta investigación tuvo como objetivo determinar los criterios de las metodologías utilizadas por certificaciones existentes a nivel internacional aplicables a la evaluación integral del desempeño sostenible del proyecto vial "Eje de Movilidad Urbano Agroalimentario Lago de Valencia". La investigación se desarrolló con un enfoque cuantitativo y de tipo descriptivo explicativo. Los resultados arrojan que, el nivel de certificación alcanzado por el proyecto fue de un 67 % de cumplimento, lo que lo ubica en la categoría de Oro de la clasificación propuesta. Ente trabajo contribuirá a evaluar los efectos de los nuevos proyectos de carreteras sobre el medio ambiente y la sociedad, lo cual pueden llevar a la creación de una metodología nacional para la certificación de sostenibilidad de proyectos viales.

1. Introducción

La necesidad de demanda de infraestructura a nivel mundial es motivada por el desarrollo poblacional y económico lo que impacta el ambiente. Por lo que, es imperativo conservar la diversidad biológica desarrollando proyectos de infraestructura que garanticen el bienestar ambiental, económico y social de forma equitativa a fin de alcanzar mayores estándares de desarrollo (Barreto, 2023).

Para Garantizar este bienestar ambiental, cada día son más los países y organizaciones que se suman al reto de incorporar el concepto de sostenibilidad a las nuevas infraestructuras fomentando que las construcciones debe ser sostenible ya que el desarrollo de estas demanda recursos naturales y estos recursos son finitos, dando como resultado el concepto de infraestructura vial sostenible, que según la Federación Europea de Carreteras (ERF, 2010): "Carreteras sustentables son aquellas que son eficaces y eficientemente planeadas, diseñadas, construidas, modernizadas y conservadas, a través de políticas integradas con respecto al medio ambiente y conservan el beneficio socioeconómico esperado en términos de movilidad y seguridad".

Es por esto, que la última década se han vendido aplicando en algunos países a nivel mundial diversos métodos para certificar la sostenibilidad de los proyectos de infraestructura y de los proyectos viales en particular. Estos se basan fundamentalmente en los objetivos de cumplimiento de criterios de sostenibilidad, siendo algunos de estos, ENVISION Versión 3 de los Estados Unidos de América (ISI, 2018), Greenroads Rating System V2 desarrollado por la Universidad de Washington en 2019, Green LITES desarrollado por el Departamento de Transporte del Estado de Nueva York (NYSDOT, Albany, EE. UU.) Basado en los sistemas LEED y Greenroads en 2008, INVEST establecida por los EE. UU. Federal Highway Administration (FHWA, Washington, EE. UU.)

Pero en América Latina la utilización de los sistemas de certificación de infraestructuras sostenibles es muy escasa; sin embargo, el Banco Interamericano de Desarrollo estableció en la región los premios de sostenibilidad en infraestructura del sector privado para promover la integración de prácticas sostenibles en el diseño, construcción y operación de los proyectos de infraestructura mediante su evaluación a través del sistema Envisión (BID, 2022).
En el caso de Venezuela, a pesar de que se han venido realizando esfuerzos privados y académicos, existe un vacío aun no abordado sobre el tema, y es la consideración de los criterios de construcción sostenible para proyectos de infraestructura y en particular para proyectos viales. En virtud de que las consideraciones, regulaciones y certificaciones de construcción sostenible de proyectos viales deben cumplir las metas

de reducción de emisiones, eficiencia energética y otras metas de bienestar socio ambientales que involucran la sostenibilidad, esto es fundamental por lo que se debe considerar un enfoque integral sobre el tema. El desarrollo de proyectos que garanticen la sostenibilidad es un imperativo en Venezuela, no solo por los compromisos políticos y Acuerdos contraídos por el país, sino que es la vía para retomar la senda del desarrollo equilibrado, elevar la calidad de vida y erradicar los actuales niveles de pobreza.

Por lo planteado, municipio San Joaquín ubicado en el Área Metropolitana de Valencia del estado Carabobo, el cual abarca una extensión territorial de 4.646 hectáreas definidas dentro de su poligonal urbana (PDUL, 2023), se ha propuesto desarrollar estrategias que ayuden a impulsar la economía local, "tras los recientes efectos de la post pandemia de covid-19, la crisis de combustible nacional actual ha agravado la situación económica local impactado negativamente el empleo, por la disminución de las actividades comerciales e industriales" (Villegas I., Medina R., 2023), aunado a la paralización de las obras de construcción del ferrocarril dentro de esta localidad, las cuales generaban un elevado número de empleos directos e indirectos.

En este municipio, las actividades urbanas tales como educación, salud y recreación se realizan a pie, bicicletas y motos debido a la desaparición de las rutas de transporte que prestaban el servicio en el municipio, situación está que ha degradado las condiciones de vida de sus habitantes, dificultando alcanzar la sostenibilidad urbana.

Los últimos veinte años el crecimiento de la mancha urbana en el municipio, se ha caracterizado por ser producto de asentamientos irregulares y espontáneos, sin la debida planificación y regulación del suelo, afectando el patrón de movilidad por la falta de conexiones viales locales. "Un desarrollo urbano de los usos del suelo que le ha dado la espalda a su recurso natural más valioso como lo es el Lago de Valencia, no existe relación ni conexión Lago-ciudad".

Para mitigar esto, la alcaldía del Municipio San Joaquín, planteo un Plan Especial denominado: Eje de Movilidad Urbano Agroalimentario Lago de Valencia, contenido dentro del "Plan de Desarrollo Urbano Local (PDUL, 2023)", enfocado en los principios de sostenibilidad, en los ámbitos social, económico, ambiental, institucional y de infraestructura, orientados a lograr la equidad social, el crecimiento económico y la sostenibilidad ecológica en el municipio, preservando su gran patrimonio natural. Este plan está centrado en los principios de: Equidad, integración socio territorial y el hábitat, posibilitando la disminución de la multidimensionalidad de la pobreza, La transformación de la matriz productiva, generando retos y oportunidades para sus habitantes, Circularidad y eficiencia en el uso de los recursos naturales y la optimización de los servicios Agroalimentarios regulados en la zona ya que dicha zona

está afectada por el Decreto Nº 5.378, de protección agroalimentario para los terrenos de la Cuenca del Lago de Valencia.

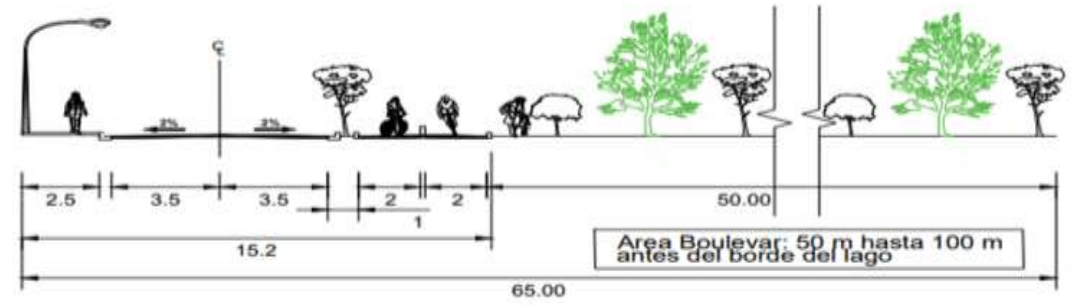
La investigación permitió recolectar información sobre el desempeño sostenible de proyectos viales con la revisión certificaciones que miden niveles de sostenibilidad a nivel internacional, para proponer un sistema de calificación adaptado a nivel local del eje vial estudiado y su contexto, generando una escala que categorías para el nivel de sostenibilidad del referido proyecto, que sirva como guía para otros casos de estudio, lo cual pueden llevar a la creación de una metodología nacional para la certificación de sostenibilidad de proyectos viales, ya que actualmente se carece de alguna normativa o sistema de evaluación basado en una certificación internacional.

2. Materiales y métodos

2.1 Caracterización general del proyecto.

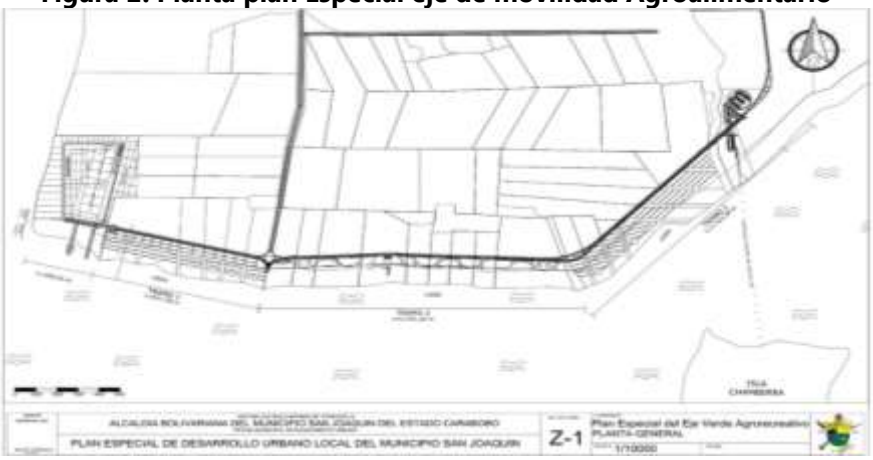
La población a considerar estará compuesta por la extensión total del Eje de Movilidad Agroalimentario del Municipio San Joaquín, la cual equivale a 4.5 km de longitud, con una sección transversal de 65 m. que contiene una sección vial de 15.2 m de dos canales vehiculares por sentido, ciclovía bidireccional y paradas de transporte público. Fig. 1. La muestra seleccionada para la evaluación, está constituida por dos tramos con una longitud de 2,6 km en sentido Oeste-Este, tramos 1 y 2. Fig. 2. Este eje permitirá el desplazamiento de peatones, bicicletas, transporte público y otros vehículos, de tal manera que tanto el lago como la zona agrícola de la comunidad, se puedan integrar de manera armoniosa a la ciudad brindando actividades recreativas, comerciales, culturales y deportivas.

Figura 1. Sección Transversal Vial del Eje de Movilidad Urbano Agroalimentario del Municipio San Joaquín.



Nota. Extraído de PDUL del Municipio San Joaquín (2023).

Figura 2. Planta plan Especial eje de movilidad Agroalimentario



Nota. **Extraído de anteproyecto PE-1, PDUL del Municipio San Joaquín (2023).**

2.2. Fases de la Investigación.

El procedimiento se llevó a cabo en cuatro (4) fases principales (Fig. xx), descritas a continuación: 1. La revisión de metodologías internacionales de evaluación de sostenibilidad aplicables a proyectos viales, permitió seleccionar de cada una los criterios aplicables al caso estudiado 2. Se definieron siete (7) criterios de sostenibilidad relevantes basados en consulta a los actores residentes del entorno al proyecto, definiendo posteriormente 39 indicadores: doce (12) ambientales, cuatro (4) relativos a seguridad alimentaria, siete (7) socioeconómicos, siente (7) de infraestructura, tres (3) energéticos, cinco (5) referidos a gestión urbana y uno (1) en seguridad vial con sus respectivos subindicadores. 3. Se procedió a definir y aplicar una escala cualitativa a los indicadores y subindicadores preestablecidos al proyecto objeto de estudio a través de una escala cualitativa dándole valor numérico. Para luego construir 7 matrices y poder cuantificar el valor porcentual de cumplimiento de cada criterio dentro de una escala de rangos establecida. Complementado esto con la elaboración de 5 categorías para los rangos, bronce, plata, oro, y platino, procediendo a totalizar los valores para cada criterio y así medir el nivel de sostenibilidad alcanzado por el proyecto a lo que posteriormente se le describieron 41 términos de referencia para cada indicador 4. Se procedió a validar este resultado se realizó un panel conformado por cinco expertos nacionales los cuales han participado en la planificación, gestión e implantación de sistemas viales, que aportaron sugerencias y opiniones sobre la investigación.

2.3. Recopilación y procesamiento de información

Los datos recabados en esta investigación, se clasificaron en dos tipos: de campo y antecedentes. Los valores de campo fueron recopilados en sitio, observando la realidad presentada en el Eje de Movilidad Agroalimentario del Municipio San Joaquín. Mientras

que, los antecedentes proceden de la revisión bibliográfica de las metodologías de certificaciones internacionales de sostenibilidad y en temas relacionados disponibles en trabajos de investigación realizados en años anteriores.

La Tabla 1. presenta aspectos de las herramientas de evaluación y sus respectivos alcances de cada metodología, los criterios e indicadores que se consideran en su evaluación y las etapas durante el ciclo de vida en la que son aplicables para proyectos de ingeniería empleadas en la investigación.

Tabla 1. Metodologías Seleccionadas y Número Criterios Establecidos de Certificación de Sostenibilidad.

Metodologías Seleccionadas	Tipo de aplicabilidad para medir la sostenibilidad de un proyecto	Etapas aplicables en un proyecto	Número de Criterios (39)
Envision	Sistema de calificación	Planificación, diseño, construcción, Operaciones, deconstrucción.	27
BREEAM	Metodología de evaluación y calificación.	Planificación, diseño, construcción	12
GreenLITES	Programa de calificación	Planificación, diseño.	9
Invest	Herramienta de autoevaluación (web).	Planificación, diseño, construcción. Operaciones.	19

Nota. Adaptado de Certificaciones internacionales Villegas, I. & Migliorisi, A. (2023).

2.3.1 Determinación de Criterios De Sostenibilidad con indicadores y subindicadores para la evaluación del proyecto.

La Tabla 2 presenta la distribución del valor porcentual asignado a cada uno de los 7 criterios con los que se realizó la evaluación al proyecto, estos valores representan el grado de importancia dado por la opinión de los actores locales claves (académicos, políticos, sector empresarial y sociedad civil), obtenidos del resultado de la evaluación del impacto social del proyecto (EIS), al consultarle a estos a través de un cuestionario aplicado en dos talleres, su opinión sobre los beneficios y el grado de aceptación al mismo. Determinándose una valoración para cada uno de los siete aspectos o criterios

de sostenibilidad relevantes al desarrollar el plan especial a lo largo de la zona costera del lago de Valencia (Informe Final, PDUL, 2023).

Adicionalmente se definieron los 39 indicadores con 97 subindicadores, para lo cual solo citaremos como ejemplo el criterio de Seguridad Vial: su indicador es, Planificación de una movilidad segura, Código: (SV-01), Descripción del indicador Reducir los accidentes de tránsito que pudieran producirse durante la etapa operativa de la infraestructura vial, para todos los modos de transporte (peatonal, ciclístico, transporte público y vehículo particular) generados por el proyecto. Presentando en la Tabla 3 el número de subindicadores (5) del caso explicado.

Tabla 2. Criterios para medir la sostenibilidad, valoración porcentual y sus indicadores de medición.

Núm.	Criterios determinados para medir Sostenibilidad del proyecto.	Valoración (%)	N° De Indicadores	N° De Sub-Indicadores	Puntaje Máximo de Cumplimiento de para cada Criterio
1	Ambiental (AM)	20.00	12	31	93
2	Seguridad Agroalimentaria (SA)	15.00	4	9	27
3	Sociales Económicos(SE)	15.00	7	20	60
4	Infraestructura (IN)	10.00	7	15	45
5	Energético (E)	20.00	3	7	21
6	Gestión Urbana (GU)	10.00	5	10	30
7	Seguridad Vial (SV-01)	10.00	1	5	21

Nota. Villegas, I. & Migliorisi, A.

2.3.2. Escalas de valorización para Sub-indicadores

Un indicador de sostenibilidad es una expresión cualitativa, cuantitativa o descriptiva que brinda información sobre aspectos ambientales, sociales y/o económicos, que permiten realizar un adecuado seguimiento y evaluación al alcance de políticas, programas y acciones integrales que garantizan la conservación del ambiente, el bienestar de la comunidad y el crecimiento económico a largo plazo, estos son "indicadores ambientales, pero potenciados con un valor agregado sobre la relación entre la sociedad y la naturaleza"16[35]. Siendo así considerado el sistema de indicadores ambientales y de sostenibilidad como una herramienta de control y

evaluación de la realidad medioambiental, así como de la calidad de vida necesaria para hacer posible el concepto de desarrollo sostenible 15[36]

El procedimiento consistió en elaborar una matriz con 7 criterios con sus respectivos indicadores (39) y subindicadores (97). Los valores dados a los subindicadores fueron determinados a través de una escala cualitativa de tipo Likert, con cuatro (4) ítems o juicios: no califica (0), Regular (1), bueno (2), excelente (3), con rangos de cumplimiento de cada subindicadores entre 0-3, descritos en la Tabla 3. Cuyo valor asignado dependerá del grado de presencia y consideración dado dentro del proyecto. Una vez realizada la evaluación para cada criterio, la sumatoria de estos valores numéricos representa la puntuación total reflejando el resultado del puntaje máximo de valor para cada criterio.

Tabla 3. Ejemplo valoración de subindicadores, caso Seguridad Vial.

Código	Sub-Indicadores seguridad vial y su Valoración		Puntaje Max Valor (puntos)
SV-01-A.1	# De pasos peatonales adecuados.	De 0 a 3 puntos	21
SV-01-A-2	# de semáforos peatonales actuados		
SV-01-A.3	# Señales verticales reglamentarias.		
SV-01-B	# paradas de autobuses por sentido de circulación y servicios conexos		
SV-01-C	Kilómetros de canales de ciclovías		
SV-01-D	# de puntos de control y regulación por autoridades		
SV-01-D	Plan evaluación y monitoreo de accidentes de tránsito.		

3. Obtención del Porcentaje de Sostenibilidad del Proyecto (PS)

Para la aplicación de los criterios, aplicar los indicadores, evaluar el nivel de sostenibilidad del proyecto y posteriormente clasificarlo dentro de un rango de

categoría, esto se hizo en dos partes; la primera consistió en realizar los cálculos para la conversión de puntos de sostenibilidad a porcentajes de sostenibilidad. Aplicando la Ecuación (1) la cual toma en cuenta los puntos de sostenibilidad alcanzados en la evaluación de cada criterio. Relacionando los puntajes máximos del cumplimiento para cada criterio, y Los valores porcentuales asignados a cada criterio de sostenibilidad (Tabla 2).

Ecuación (1)

$$Porcentaje\ de\ Sostenibilidad(PS) = \frac{PO}{PMCC} * \frac{V.\%\ Criterio}{100}$$

Donde:

PO: Puntos obtenidos en la evaluación de cada matriz (7) para los criterios a evaluar.

PMCC: Puntaje Máximo de Cumplimiento del Criterio que deben cumplir cada criterio de sostenibilidad.

V. % Criterio: Valor porcentual asignado para la evaluación.

Porcentaje de Sostenibilidad Alcanzado (PS): Cantidad de puntos alcanzados por la evaluación total dentro del rango de clasificación.

En la segunda parte, se calculó de manera individual un PS para cada uno de los siete (7) criterios de sostenibilidad alcanzado dentro de la evaluación del proyecto, totalizando los siete criterios alcanzados, obteniendo un valor porcentual total de 67%. Procediendo posteriormente a ubicarlo en una escala de rangos de valoración del nivel de sostenibilidad y así obtener una escala de categorías para clasificar su nivel de sostenibilidad.

3.1. Propuesta de Escala Categorización Para Clasificar la Sostenibilidad de Proyectos Viales.

De acuerdo con el resultado del PS, se procedió a desarrollar una propuesta de categorización del nivel de sostenibilidad, definida por una escala de rangos valorativa que va desde 0% al 100%, la cual esta sub-divida en 5 categorías que dependerán del grado y compromiso de cumplimiento total de los aspectos de sostenibilidad considerados en la investigación. La Tabla 4. Presenta la escala de categorías para clasificar el proyecto a partir de su valor porcentual obtenido dentro del rango o nivel de sostenibilidad.

Los valores de porcentaje de nivel de sostenibilidad total de 67 %, deriva de la conversión de los puntos de sostenibilidad a valor de porcentaje de sostenibilidad, obtenido de la evaluación individual de cada matriz elaborada para los 7 criterios.

Tabla 4. Propuesta de Escala de Categorización para Clasificar el nivel de Sostenibilidad de Proyectos Viales.

Categoría	Nivel de Sostenibilidad (%)	Descripción de la categoría del proyecto
No Califica	0 – 20	Muy bajo nivel de sostenibilidad. Mostrando fallas significativas en la implementación de la mayoría de los criterios evaluados.
Bronce	20 - 40	Bajo nivel en aspectos de sostenibilidad, poseen aspectos dentro del proyecto con deficiencias que deben ser mejoradas.
Plata	40 - 60	Nivel medio de sostenibilidad. Han logrado implementar prácticas sostenibles en varios criterios.
Oro	60 - 80	Alto nivel de sostenibilidad. Han implementado prácticas sólidas y coherentes con los criterios evaluados. Impactos positivos en la comunidad y el ambieente.
Platino	80 - 100	Nivel sobresaliente de sostenibilidad. Alto compromiso de cumplimiento en todos los criterios evaluados y con los estándares internacionales. Lideran en innovación y prácticas, sirviendo como modelos para otros proyectos similares.

Nota. Villegas, I. & Migliorisi, A. (2023).

4. Conclusiones

El logro de un 67% de porcentaje de sostenibilidad y su clasificación dentro de la categoría del rango Oro producto del resultado de la evaluación al proyecto, destaca el compromiso del mismo con las prácticas sostenibles promoviendo acciones para mejorar la calidad de vida de los habitantes en la comunidad, siendo coherente con los criterios evaluados y cumpliendo con estándares internacionales, demostrándose que ha sido planificado y diseñado siguiendo el compromiso de la agenda mundial con el ambiente, la sociedad al garantizar los beneficios que se derivan con el uso de las certificaciones.

De acuerdo con los expertos, Los resultados de esta investigación contribuirán a evaluar los efectos de los nuevos proyectos de carreteras sobre el ambiente y la sociedad, optimizando al mismo tiempo el uso de los recursos. Ayudarán a impulsar el desarrollo sostenible del transporte y promoverán el uso de tecnologías, materiales y soluciones tecnológicas en el sector evaluado. Se espera que de esta iniciativa surjan soluciones de ingeniería más ecológicas, seguras y rentables que, en última instancia, repercutan en un desarrollo urbano más resilientes y respetuosas con el medio ambiente. Este trabajo de investigación permitirá el desarrollo de futuras líneas de investigaciones en Venezuela sobre la evaluación de sostenibilidad a proyectos de infraestructura vial, las cuales pueden llevar a la creación de una metodología nacional para la certificación de sostenibilidad de proyectos viales.

5. Referencias Bibliográficas

Avellaneda, E., Castiblanco, L. (2021). Guía para evaluar la sostenibilidad en proyectos viales adaptada a las condiciones de biodiversidad geográfica de Colombia [Trabajo de Grado]. https://www.researchgate.net/publication/349145132_Ecogeotecnia_Guia_para_Evaluar_la_Sostenibilidad_en_Proyectos_Viales_-Adaptada_a_las_Condiciones_de_Biodiversidad_Geografica_de_Colombia

Barreto Liz V. (2023). Método de gestión para la evaluación del desempeño sostenible en carreteras nacionales tesis maestría en ingeniería vial Lima, Perú. T030_45804000_M_LIZ_VANESSA BARRETO LA TORRE.pdf (urp.edu.pe)

Castillo Cedillo, D. (2016). Un sistema de indicadores para evaluar la sustentabilidad de proyectos de infraestructura carretera: Infraestructura BREEAM: V-6. SISIC [Tesis Doctoral].

CEEQUAL *delivered by BRE*. (2018). http://www.ceequal.com/about/.

ENVISION (2015) *Sistemas De Calificación De Infraestructura Sostenible*.

Eroy Caceres, G. (2019). *Development of The Philippine Green Road Rating System. Recuperado de* https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:vo5Ic5FkfmAJ:scholar.googl%20%20e.com/+DEVELOPMENT+OF+THE+PHILIPPINE+GREEN+ROAD+RATING+SY%20%20STEM&hl=es&as_sdt=0,5

FHWA (2018*). Sustainable Highways*. Recuperado de julio 2023 desde https://www.sustainablehighways.org/100/about.html

European Union Road Federation, ERF. (2009, recuperado julio 2023, desde: http://www.irfnet.eu/media/wg_sustainableroads/SUSTAINABLE,20ROADS_ Final,20/ Version 20to%20Print. pdf.

GREENROADS RATING SYSTEM. (2007). Greenroads. https://www.transportcouncil.org/

INVEST (2015). https://www.sustainablehighways.org/1634/version-13-translation.html

Moreno Pérez J. (2018) Estudio Comparativo de Sostenibilidad en Carreteras Mexicanas (Tesis de Master) Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona Estudio comparativo de sostenibilidad en carreteras mexicanas utilizando el modelo MIVES (upc.edu)

León, K. Y. (2018). *Análisis de los diferentes sistemas de certificación en construcción sostenible a nivel mundial y sus perspectivas de aplicación y cumplimiento en Colombia*. Recuperado JULIO 2023 de: http://hdl.handle.net/10654/20417.

PDUL (2023). Plan de Desarrollo Urbano Local, San Joaquín. Carabobo. No publicado.

Villareal, G. A. (2019). Evaluación de sistemas de certificación en sostenibilidad para proyecto (Tesis Maestría). Universidad de los Andes. Recuperado agosto 2023 desde https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/43930/u830371.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ordoñez Díaz, Martha M. et al. (2015), *Redalcyc*.. CRITERIOS E INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD SUBSECTOR VIAL. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, vol. 25, núm. 2, pp. 81-98 Universidad Militar Nueva Granada Bogotá, Colombia.

GESTIÓN DEL ESTACIONAMIENTO EN VÍA: CASO BOGOTÁ, ZONAS DE PARQUEO PAGO – ZPP.

Ana María Zambrano Duque
Terminal de Transporte S.A., Bogotá, Colombia. ana.zambrano@terminaldetransporte.gov.co,

Adriana Estupiñán Jaramillo
Terminal de Transporte S.A., Bogotá, Colombia. adriana.estupinan@terminaldetransporte.gov.co,

Juan Camilo Medina Arguello
Terminal de Transporte S.A., Bogotá, Colombia. juan.medina@terminaldetransporte.gov.co

RESUMEN

A nivel internacional el Estacionamiento En Vía (EEV) con cobro se ha identificado como una de las principales herramientas con las que cuentan las ciudades para promover el uso adecuado y eficiente del espacio vial, optimizar el espacio público, organizar la movilidad, reducir la congestión y generar recursos públicos para las autoridades territoriales. En varias ciudades se ha logrado la implementación exitosa en el marco de políticas públicas que promueven la movilidad sostenible y buscan reducir el uso del vehículo particular; entre estas se encuentran: Budapest, Ciudad de México, San Francisco, Lisboa, Barcelona, entre otras. En el caso de Colombia, ciudades como Medellín, Villavicencio y Manizales cuentan con zonas de estacionamiento pago en vía. En este contexto, el presente documento describe el proceso de estructuración, implementación y operación del cobro por estacionamiento en vía pública como uno de los proyectos prioritarios de la ciudad de Bogotá, D.C., como resultado del propósito de mejorar la movilidad, gestionar la demanda de transporte, controlar el tráfico de vehículos motorizados, promover el uso adecuado del espacio público y contar con una fuente adicional de ingresos para contribuir a la sostenibilidad financiera del Sistema Integrado de Transporte Público – SITP.

1. Introducción

La gestión eficaz del Estacionamiento En Vía (EEV) es un estándar global que mejora la funcionalidad de las calles y la seguridad de todos los actores viales, abordando múltiples problemáticas a un costo razonable. De igual manera, contribuye como estrategia en la disminución del uso del vehículo particular, en la reducción del tiempo destinado a la búsqueda de un estacionamiento, lo que conlleva a una disminución de combustible, generando menos emisiones contaminantes y de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (P. Barter, 2016).

En línea con lo anterior, a nivel internacional el EEV con cobro se ha identificado como una de las principales herramientas con las que cuentan las ciudades en el marco de políticas públicas que promueven la movilidad sostenible, incentivando el uso adecuado y eficiente del espacio vial, mejorando el espacio público, organizando la movilidad, reduciendo la congestión y generando recursos públicos para las autoridades territoriales destinados al fortalecimiento de los Sistemas de Transporte Público de Pasajeros (P. A. Barter, 2015).

2. Antecedentes

Para el caso Bogotá D.C., según la Secretaría Distrital de Movilidad, 2019, de los 13.3 millones de viajes que se realizan diariamente en la ciudad, el 14.9% de ellos se realizan en automóvil y el 5.5% en motocicleta (modos de transporte privado). En ese sentido, se determinó, que, en los días hábiles, el 34% de los conductores de automóvil no parquean en estacionamientos privados; el 23% lo hace en vía pública y el 11% en los estacionamientos fuera de vía abiertos al público. En el caso de los usuarios de motocicleta, se observa que el 17% parquea en la vía pública y el 5% en estacionamientos fuera de vía abierto al público.

Por otro lado, con relación a la demanda de los estacionamientos y distribución por tipología, se tiene que en el 24% del total de viajes realizados en transporte privado se utilizan estacionamientos públicos, de los cuales, el 11% lo hace en vía, y el 13% fuera de vía (Secretaría Distrital de Movilidad, 2005, 2011, 2015). De acuerdo con estas fuentes, el uso de la vía como sitio de estacionamiento se incrementó entre el 2005 y el 2011, de 10% a 23% en automóviles, y de 15% a 17% para motocicletas. Además, se determinó que a nivel ciudad, el estacionamiento en vía corresponde al 91% de la demanda y el 9% restante se da en andén.

Lo que ha generado que en la ciudad de Bogotá se presente estacionamiento de vehículos en vía en lugares donde se encuentra prohibido el estacionamiento. Este

estacionamiento se ha caracterizado por el uso irregular del espacio público (invasión de andenes, áreas verdes, zonas para bicicletas, etc.), en las que, además, con frecuencia se realiza el cobro por parte de terceros del estacionamiento, sin regularización, fiscalización y autorización por parte de la Administración Distrital.

Como consecuencia de lo anterior, de acuerdo con la base de datos abiertos de la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM), entre enero de 2016 y diciembre de 2021 se impusieron 1.045.030 comparendos C02 por estacionar un vehículo en sitio prohibido, representando alrededor del 33% del total de comparendos que se imponen en la ciudad de Bogotá, y entre enero de 2022 y junio de 2023 se impusieron 140.757 comparendos por la misma infracción.

Por otra parte, la no regulación del estacionamiento en vía en la ciudad ha generado impactos negativos sobre el espacio público, la movilidad y el medio ambiente. En ese sentido, con el fin de medir la afectación en la congestión de la ciudad, como consecuencia del estacionamiento de vehículos en lugares prohibidos, se logró determinar que en promedio en la ciudad se ven afectado 2055 tramos viales, que disminuyen su capacidad hasta en un 50% por el parqueo indebido, aumentando en un 10.09% los tiempos de viaje de los usuarios de tráfico mixto en la ciudad, que incluyen usuarios de transporte público del componente zonal del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) y vehículo privado (auto, motos y taxi).

3. Zonas de Parqueo Pago - ZPP

Por el comportamiento de los usuarios de vehículos privados (automóviles y motocicletas) descrito anteriormente, surgió la necesidad de implementar el estacionamiento regulado en vía, toda vez que es un fenómeno existente en la ciudad que, al no estar debidamente regulado y en operación, genera impactos negativos sobre el espacio público y la movilidad de los usuarios del sistema de transporte de la ciudad de Bogotá D.C.

En respuesta a esta necesidad, en noviembre de 2021, la Alcaldía Mayor de Bogotá, implemento las Zonas de Parqueo Pago (ZPP) como un proyecto de movilidad para abordar estas problemáticas, con el objetivo principal de controlar, gestionar y operar el uso adecuado del espacio público. Este proyecto se ha desarrollado en colaboración con la SDM y la Terminal de Transporte S.A. (TTSA), esta última en calidad de operador de las ZPP.

Aunque las Zonas de Parqueo Pago (ZPP) en Bogotá fueron proyectadas con un modelo de estructuración técnica, financiera y legal para lograr la implementación de

17 áreas con una meta de habilitación de 17.000 cupos (1.000 cupos por área implementada), estimando a su vez un porcentaje de ocupación del 34%, las dinámicas sociales y comerciales de cada una de las AI, así como los criterios técnicos que deben cumplirse para la habilitación, al cierre de la vigencia 2023 se logró la implementación de alrededor de 8.000 cupos operativos. Con más de 2.5 millones de uso (96% corresponde a vehículos y el 4% restante a motos) en 17 Áreas de Implementación (AI) distribuidas en 13 localidades, con un ecosistema tecnológico que se ha logrado consolidar, que aprovecha la tecnología y los datos, para tender puentes entre los distintos usuarios del proyecto, logrando mejores impactos en la ciudadanía, lo cual ha facilitado el uso de las ZPP al usuario.

Esta visión de ecosistema ha respondido a una serie de transformaciones esenciales que se pretenden consolidar con la tecnología, los datos y la innovación. Se ha priorizado la mejora permanentemente de la experiencia y la vida de los ciudadanos. Se evolucionó de un servicio disponible inicialmente sólo a través de una aplicación móvil hacia la creación de un ecosistema, donde se integran distintas fuentes de información, de datos y distintos canales de interacción. Planteando así un modelo omnicanal, en donde además de contar con una APP para acceder al servicio, se habilitó un asistente virtual a través de WhatsApp mediante el cual se puede acceder y resolver de punta a punta el servicio.

A través de este enfoque omnicanal, se le brinda la posibilidad a los usuarios de encontrar los sitios donde pueden parquear y adicionalmente gestionar los trámites y servicios asociados a ese parqueo, incluyendo: la búsqueda y reserva de casillas, el pago electrónico del servicio, extensiones de tiempo de parqueo, entre otros. Funcionalidades que también se encuentran a disposición de los equipos operativos en campo para amplificar sus capacidades al momento de realizar la atención a los ciudadanos.

Adicionalmente, se ha consolidado una vista unificada e integrada de los datos e información relacionados con la gestión del proyecto, lo que permite tomar permanentemente decisiones basadas en datos y que con entendimientos comunes y transversales a los distintos actores del proyecto.

Esta visión de ecosistema ha sido implementada observando los más altos estándares de tecnología y de gestión de los datos y la información. Teniendo arquitecturas e infraestructuras escalables que permiten atender de forma progresiva las necesidades de la ciudad respecto al proyecto.

Con el ecosistema digital consolidado y estabilizado, se formuló e implementó una estrategia de masificación que busca lograr aumentar el conocimiento y uso del

servicio por parte de los ciudadanos en Bogotá. Esta estrategia de masificación se ha diseñado alrededor de cuatro pilares, incluyendo acciones relacionadas con la mejora continua de la experiencia del usuario en los distintos canales digitales, la implementación de estrategias de comunicación y pauta digital para posicionar el servicio, la implementación de acciones de posicionamiento en calle para que las personas encuentren de forma fácil y rápida las zonas para parquear, y la ejecución de una estrategia comercial, en donde en alianza con distintos tipos de establecimientos y de empresas privadas se puedan ofertar promociones y campañas especiales para motivar el uso por parte de un mayor número de personas.

Así mismo, el proyecto fue concebido bajo el precepto de la auto sostenibilidad y rentabilidad, es decir, que los ingresos que se generen cubran la totalidad de los costos y gastos que se deriven del mismo y los excedentes que se obtengan sean fuente de financiamiento para el Fondo de Estabilización Tarifaria (FET) y para el mantenimiento de la infraestructura vial, a la fecha se han recaudado recursos por más de $16.000 millones.

4. Externalidades del proyecto ZPP

No obstante, a lo largo de estos 26 meses de operación ha demostrado ser altamente beneficioso para la ciudad en múltiples aspectos. En primer lugar, ha logrado recuperar más de 65 kilómetros de espacio público, transformando áreas en beneficio para la comunidad. En términos de seguridad vial la ciudad ha experimentado una reducción significativa, con disminuciones cercanas al 17.3% en promedio en las áreas de influencia del proyecto ZPP.

De igual manera, las ZPP han logrado un aumento en promedio del 9.5% de la velocidad en las áreas de influencia del proyecto, contribuyendo a mejorar las dinámicas de movilidad de la ciudad. En termino de seguridad ciudadana, el proyecto ha contribuido disminuyendo en un 5.1% los hurtos en las áreas de influencia de las ZPP al generar presencial institucional en las AI. Por último, el proyecto ha generado empleo formal, con una representación equitativa de género e inclusión de cuidadores informales, con un aproximado de 1000 personas vinculadas al proyecto. Estos impactos demuestran el éxito y la positiva transformación que ha traído el proyecto Zonas de Parqueo Pago en Bogotá.

Los resultados obtenidos a la fecha permiten concluir que las Zonas de Parqueo Pago son una solución de movilidad, que están cumpliendo no solamente, con su principal objetivo de recuperar el espacio público y contribuir con la descongestión vehicular al ordenar el espacio público y fortalecer la oferta de estacionamiento en la ciudad; si no

que también producen externalidades positivas asociadas a la generación de empleo, la formalización laboral, la seguridad vial y ciudadana y el fortalecimiento de una ciudad inteligente en la que la tecnología, los datos y la innovación son elementos clave para el desarrollo de soluciones de movilidad. Las proyecciones muestran que en la ciudad existen espacios potenciales en donde se puede seguir implementando el proyecto con cupos de estacionamiento en vía y que los recursos que genera el proyecto cada vez se acercan más a alcanzar el punto de equilibrio con lo que se cumple la auto sostenibilidad financiera del proyecto.

5. Retos y recomendaciones

Actualmente, el proyecto en su proceso de expansión y re densificación cuenta con desafíos y retos en materia de cultura ciudadana (evasión), gestión social (aceptación de la ciudadanía), flexibilidad tarifaria (atracción de demanda) y de criterios técnicos habilitantes (implementación de tramos).

Con relación a lo anterior, se encuentran oportunidades de mejora en la promoción de la cultura ciudadana: una parte de la población en Bogotá se resiste a hacer un uso adecuado del espacio público, ya que perciben que el espacio público es de todos y por ende, que no se debería cobrar por su uso. Se requiere del acompañamiento de diferentes entidades del Distrito que apoyen al proyecto en el desarrollo de campañas dirigidas a los ciudadanos que sensibilicen sobre el uso del espacio público.

La flexibilización de los criterios técnicos habilitantes: de acuerdo con los análisis de potencialidad que la Terminal de Transporte S.A. en su calidad de operador ha realizado en el proceso de habilitación y diseño de cupos de estacionamiento en vía, se han identificado sectores en donde hay desorden y congestión vial pero que, al solicitar aprobación de habilitación, esta es expedida con concepto desfavorable porque no cumplen con lo establecido en materia de morfología vial. Se tienen alrededor de 2900 cupos que cuentan con concepto desfavorable porque no cumplen los criterios técnicos habilitantes y que, si se logra una mayor flexibilidad en los mismos, estos podrían habilitarse y entrar en operación, esto se verá reflejado en mayores cupos implementados, que se traducen en mayores ingresos para el proyecto y la ciudad.

Flexibilidad tarifaria: el esquema tarifario actual del proyecto establece la aprobación de tarifas por fracción por área de implementación. Sin embargo, cada área de implementación está compuesta por diferentes segmentos viales. Así las cosas, se presentan dinámicas comerciales y sociales diferentes en cada segmento vial, por lo que, la administración distrital entrante deberá evaluar la posibilidad de aprobar

rangos tarifarios que permitan una mayor flexibilidad en la asignación de tarifas que se acomoden a las dinámicas por segmento vial.

Participación de todas las entidades involucradas en la gestión del espacio público para una gestión social efectiva: la eficacia en los procesos de gestión social dependerá de la participación activa de todas las entidades involucradas en las problemáticas sobre el espacio público: mantenimiento vial, presencia de vendedores informales, inseguridad, servicios públicos, como aspectos principales.

Por último, se enuncia la necesidad de fortalecer el ecosistema digital de las Zonas de Parqueo Pago para lograr además de la optimización del gasto del recurso humano, la potenciación del uso de la tecnología para la operación y el control, los datos y la innovación aplicado a soluciones de movilidad.

Es importante aclarar que el Contrato Interadministrativo 2470 - 2021 suscrito con la Secretaría Distrital de Movilidad tiene un plazo establecido de 10 años y que al cierre de la actual administración se completarán 2 años de operación, por lo que la Terminal de Transporte S.A. deberá dar continuidad a la ejecución del mismo.

6. Referencias Bibliográficas

Barter, P. (2016). On-Street Parking Management: An International Toolkit. *Deutche Gesellschaft Für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)*, 66–76.

Barter, P. A. (2015). A parking policy typology for clearer thinking on parking reform. *International Journal of Urban Sciences*, *19*(2), 136–156. https://doi.org/10.1080/12265934.2014.927740

Secretaría Distrital de Movilidad. (2005). *Encuesta de Movilidad 2005*.

Secretaría Distrital de Movilidad. (2011). *Encuesta de Movilidad 2011*.

Secretaría Distrital de Movilidad. (2015). *Encuesta de Movilidad 2015*.

Secretaría Distrital de Movilidad. (2019). *Encuesta de Movilidad 2019*.

IMPACTOS URBANOS GENERADOS POR LOS SITM: UNA MIRADA COMPARATIVA DE LOS CASOS DE BOGOTÁ Y MEDELLÍN (COLOMBIA)

William Leonardo Rincón Pertuz
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C, Colombia, wlrinconp@unal.edu.co

César Augusto Ruiz Rojas
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C, Colombia, caruizro@unal.edu.co

RESUMEN

En esta ponencia se presentan algunos resultados de una investigación en desarrollo sobre una Evaluación Económica Ex Post de los Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM) de las ciudades de Bogotá y Medellín respectivamente. El SITM de Bogotá (Transmilenio) se basa en buses de tipo BRT (Bus Rapid Transit), mientras que el SITM de Medellín (Metro) se basa en trenes urbanos, dos tecnologías diferentes implantadas como componente troncal de dichos sistemas. Se realiza la estimación y análisis comparativo de los impactos urbanos, en términos de los precios del suelo, derivado de la implementación de las estaciones e infraestructura vial de SITM para ambas ciudades. Se emplea el modelo de diferencias en diferencias (DID) para estimar los impactos urbanos, en donde la unidad de estudio son los predios de las ciudades, la condición con tratamiento está dada por el Área de Influencia Directa (AID) de los SITM y la condición temporal está dada por la evolución de los SITM en periodos anuales. Considerando los impactos estadísticamente significativos, se identifica que en la ciudad de Bogotá los impactos urbanos generados por el SITM han sido negativos mientras que en la ciudad de Medellín los impactos han sido positivos.

1. Introducción

Los Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM) de las ciudades de Bogotá y Medellín fueron los primeros sistemas de este tipo en Colombia. Actualmente se han consolidado como los sistemas de transporte masivo urbanos más importantes del país. Estos SITM se encuentran basados en tecnologías operacionales y de infraestructura diferentes. Por un lado, el SITM de Bogotá se basa en buses de tipo BRT, que circulan por carriles exclusivos y cuenta con control semafórico en las intersecciones en donde interactúan con los vehículos particulares, bicicletas, peatones y demás actores viales. Por otro lado, el SITM de Medellín se basa en trenes de tipo metro pesado, que circulan por viaductos elevados y completamente segregados de los demás actores viales.

La implementación de los SITM ha generado efectos significativos en el desarrollo urbano de las ciudades de Bogotá y Medellín. A lo largo de sus más de 20 años de operación se han consolidado como los ejes de movilidad de cada una de las ciudades, asumiendo la condición de modos troncales de los Sistemas de Transporte Masivo y ejes estructurantes de los Sistemas de Movilidad. Por lo tanto, se ha podido observar una relación en doble vía entre el desarrollo de las ciudades y el desarrollo de los SITM. De acuerdo con los objetivos de la investigación marco de esta ponencia, para comprender los SITM de manera integral es necesario analizarlos desde diferentes perspectivas entre las cuales se destacan la perspectiva de transporte, la urbana y la institucional (Rincón W.L, 2023). En esta ponencia se presentan los resultados del análisis de los SITM de ambas ciudades desde una perspectiva urbana identificando algunos de los impactos urbanos asociados a su implementación.

A lo largo de la historia, se han estudiado los efectos urbanos derivados de la implementación de proyectos de transporte. Autores como Mitchell y Rapkin (1954) o Banister y Lichfield (1995) señalaron que no bastaba con evaluar los sistemas de transporte desde una perspectiva exclusivamente centrada en el transporte, sino que era necesario evaluar también el impacto en el uso del suelo, dado que estos proyectos pueden tener consecuencias significativas en el desarrollo económico y espacial de ciudades y regiones.

En el caso de esta investigación se utiliza el modelo econométrico de DID para estimar los impactos urbanos generados por la implementación de los SITM de Bogotá y Medellín. Este modelo ha sido empleado en otras investigaciones sobre transporte público urbano en Colombia. Moncada (2018), emplea el modelo DiD para analizar el impacto, en términos de efectos distributivos, entre dos políticas de transporte aplicadas en la ciudad de Bogotá. Bocarejo et, al (2013), analiza el impacto de Transmilenio en el valor y uso de suelo de la ciudad mediante el modelo DID en donde

se identifica la generación de un impacto positivo en el valor comercial de las propiedades después de la implementación del SITM.

2. Metodología

Como se mencionó anteriormente, la evaluación de impacto de algunos aspectos urbanos causados por la implementación de los SITM de Bogotá y Medellín se estiman por medio del modelo econométrico de Diferencias en Diferencias. Para el desarrollo de este modelo es necesario realizar la definición, revisión y procesamiento de las variables urbanas que se incorporan al modelo, así como la definición de las condiciones necesarias para la estimación cuantitativa de los impactos. Por lo anterior, el marco metodológico de la ponencia comprenderá el desarrollo del siguiente procedimiento.

2.1. Modelo de Diferencias en Diferencias

La estimación de los impactos urbanos generados por los SITM de Bogotá y Medellín se realiza empleando un modelo econométrico basado en la metodología de Diferencias en Diferencias (DiD). Para el desarrollo de este modelo se toma como referencia la "Guía práctica para la evaluación de impacto" publicada por Bernal y Peña (2011, P. 72).

Según lo referenciado por Rincón W.L (2023), el modelo de DiD parte por establecer dos tipos de condiciones para analizar a los individuos que han sido afectados por un proyecto, la condición temporal y la condición de tratamiento. En la condición temporal se comparan y estiman las diferencias entre los individuos afectados antes y después de la implementación de los SITM, mientras que, en la condición de tratamiento, se comparan y estiman las diferencias entre los predios que se encontraban en el AID y los que estaban por fuera de esta.

Según Bernal y Peña (2011) "El modelo de diferencias en diferencias es simplemente el cambio esperado en Y entre el periodo posterior y el periodo anterior a la implementación del tratamiento en el grupo de tratamiento, menos la diferencia

esperada en Y en el grupo de control durante el mismo periodo". El modelo identifica y busca gestionar las posibles diferencias previas existentes entre los individuos que forman parte de los grupos de tratamiento y control. (P.72).
El impacto se estima por medio de la siguiente ecuación (Ec.1).

$$\hat{\tau}_{dif-en-dif} = \left[\left(\underline{Y_2}|D=1\right) - \left(\underline{Y_1}|D=1\right)\right] - \left[\left(\underline{Y_2}|D=0\right) - \left(\underline{Y_1}|D=0\right)\right] \quad \text{(Ec. 1)}$$

En donde Y indica el periodo (antes o después) en el que se realiza la observación. Si la observación se realiza antes de aplicar el tratamiento se asignará el número 0, mientras que si la observación se realiza después de aplicar el tratamiento se le asigna el número 1. Por otro lado, "D" indica si el individuo pertenece al grupo que ha sido sometido al tratamiento o al grupo de control. Si pertenece al grupo de tratamiento se le asigna el número 1 y si pertenece al grupo de control se le asigna el número 0.

Así las cosas, de la Ecuación 1 se puede inferir que el impacto resultante de la aplicación de un tratamiento corresponde con la diferencia entre el promedio muestral de los individuos con tratamiento antes y después de la aplicación del tratamiento, menos la diferencia entre el promedio muestral de los individuos del grupo de control en los periodos de antes y después del tratamiento.

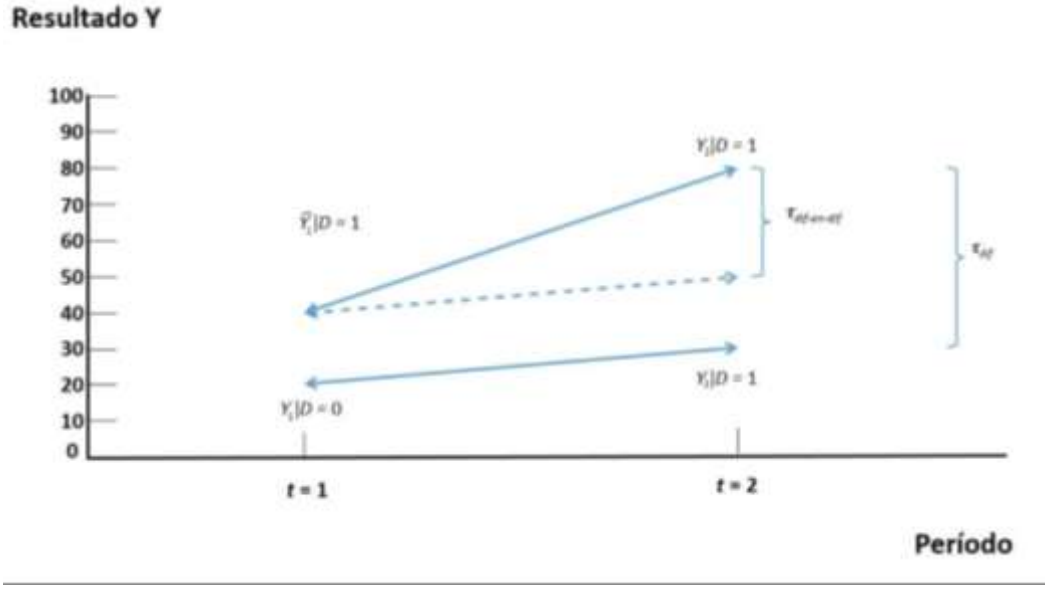
Según Bernal y Peña (2011), es posible estimar el efecto del programa (tratamiento) y obtener el estimador (β1) del modelo de DiD empleando modelos de regresión MCO. Para ello es necesario definir la Ec 1. En términos de regresión lineal (Ver Ec. 2)

$$\Delta Y_i = \beta_0 + \beta_1 D_1 + v_i \quad (2)$$

De esta forma, el parámetro β1 hace referencia al impacto generado por el tratamiento en el modelo DiD, ya que corresponde a la diferencia entre los dos promedios muestrales del grupo de ΔYi. (P. 76)

En la gráfica 1 se puede observar esquemáticamente la estimación del impacto "τ dif-en-dif" por medio de este modelo, en donde D=0 corresponde a los individuos sin tratamiento y D=1 a los individuos con tratamiento, mientras que $\underline{Y_1}$ corresponde al momento antes del tratamiento y $\underline{Y_2}$ al momento después del tratamiento.

Gráfica 1. Estimador Modelo de Diferencias en Diferencias (DiD)



Fuente: Adaptación de Stock y Watson (2006), p.482, Gráfica 13.1

El anterior marco conceptual se encuentra definido en la tesis de maestría desarrollada por Rincón W.L. (2023). En la presente ponencia se presentan parte de los resultados de esa investigación.

2.2. Datos

Para el desarrollo de la investigación y del modelo DiD, se definió como variable urbana para la estimación cuantitativa del impacto el valor del suelo y el precio de los inmuebles de las ciudades de Bogotá y Medellín.

En el caso de Bogotá, se acudió a las publicaciones realizadas por la Lonja de Bogotá en el 2004, 2008 y 2016, en donde se estimó el promedio valor del metro cuadrado construido por zonas geoeconómica técnicamente definidas desde el año 2000. Está información, permitió generar unas series de tiempo con los valores del precio del suelo desde el año 2000 hasta el año 2016. Sin embargo, se encuentra la limitante de que las series de tiempo son discontinuas y considerando la información disponible no fue posible establecer los valores de los periodos comprendidos entre el 2006 y 2013. En el caso de Medellín, se acudió a información del Observatorio Inmobiliario de Medellín (OIME), el cual tiene datos de una muestra representativa del valor del costo de los inmuebles en la ciudad de Medellín desde el año 2007 hasta el año 2019. No obstante, de acuerdo con la información disponible no fue posible establecer los datos de los periodos comprendidos entre 1995 y 2006. Por lo tanto la serie de tiempo establecida para Medellín es una serie continua únicamente desde el 2007.

2.3. Condición Temporal "Antes" y "Después"

De acuerdo con el modelo de DiD, la condición temporal tiene como objetivo comparar los resultados, medidos en términos de las variables definidas para cada proyecto, entre el periodo anterior a la implementación y el periodo posterior a dicha implementación. No obstante, debido a las limitaciones en la disponibilidad de información sobre los precios del suelo en Bogotá y Medellín, no se dispone de datos correspondientes a períodos anteriores a la construcción de los SITM en ninguna de las dos ciudades.

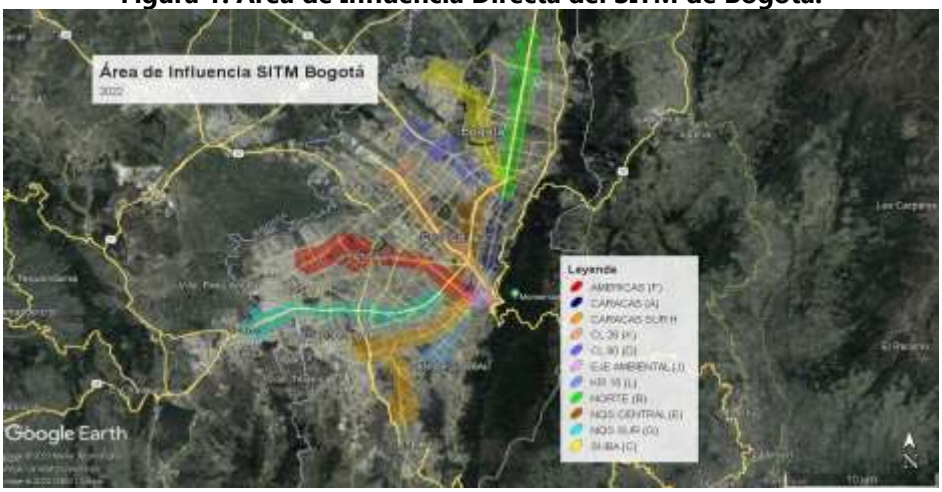
Por lo tanto, con el propósito de continuar con el desarrollo de la investigación y considerando que los SITM se encuentran en constante crecimiento de su infraestructura y demanda de pasajeros, se define la condición de temporalidad en términos de periodos anuales consecutivos. Es decir, se medirá el impacto que se ha generado año tras año desde la implementación de los SITM en los periodos en donde se cuente con información disponible.

2.4. Condición "Con Tratamiento" y "Sin Tratamiento"

Para la definición de la condición de tratamiento fue necesario definir un Área de Influencia Directa (AID) alrededor de las líneas y estaciones de los SITM de Bogotá y Medellín. Para ello, primero se georreferenciaron los portales y las líneas de ambos SITM, segundo se definieron buffer de 500m alrededor de los portales y estaciones, tercero se definieron buffer de 250m alrededor de las líneas y por último se consolidaron las AID.

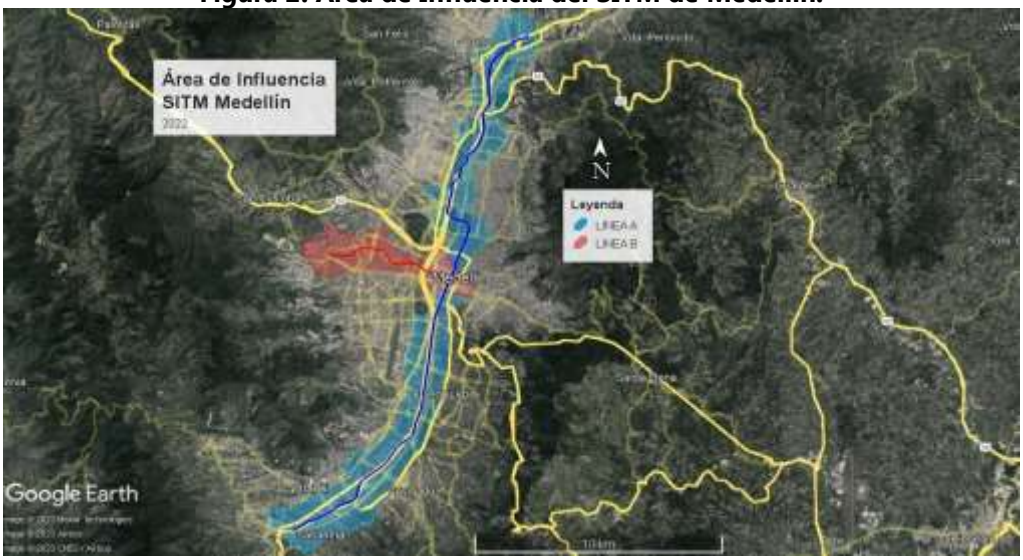
A continuación, se presentan los AID de ambos SITM.

Figura 1. Área de Influencia Directa del SITM de Bogotá.



Fuente: Elaboración propia utilizando software de Google Earth (Rincón W.L, 2023).

Figura 2. Área de Influencia del SITM de Medellín.



Fuente: Elaboración propia utilizando software de Google Earth (Rincón W.L, 2023).

2.5. Estimación de los Impactos Urbanos

Para la estimación de los impactos urbanos por medio del modelo DiD se emplea el software estadístico R y Rstudio. Por lo tanto, fue necesario realizar el correspondiente procesamiento de los datos de las variables urbanas digitalizando los datos y organizándolos en bases de datos de Excel.

Una vez procesados los datos, se procede a la creación y estimación de las variables "dummies" temporales y de tratamiento para cada uno de los casos, es decir para cada uno de los cambios de año para correr el modelo.

Finalmente, se cargan las bases de datos en el software R Studio y se procede a generar el código para ejecutar el Modelo DiD. Los resultados del modelo se procesan y organizan en nuevas bases de datos.

3. Resultados y discusión

En Bogotá, durante los primeros cinco años de operación no se identificaron impactos estadísticamente significativos, por lo cual no es posible estimar algún tipo de impacto en términos de precios del suelo a partir de los datos disponibles entre el año 2000 y 2005.

Sin embargo, durante el periodo comprendido entre los años 2013 y 2016 se identificaron impactos urbanos negativos en un rango entre $1.500.000 y $2.000.000

por metro cuadrado. De acuerdo con los datos disponibles, es posible que durante este periodo los predios ubicados en el AID del SITM de Bogotá se hayan valorizado menos que los predios ubicados por fuera del AID.

En términos acumulados al año 2019, se identifica que el resultado ha sido negativo, sin embargo, es importante tener en cuenta que algunos de los impactos, sobre todo los positivos, no han sido estadísticamente significativos.

En Medellín, los datos empleados se ajustan mejor al modelo. Se observa que en la mayoría de los periodos los impactos identificados son estadísticamente significativos. En términos cuantitativos, se observa que el impacto urbano acumulado entre el año 2007 y el año 2019 es positivo cercano a los $665.000 por metro cuadrado, en donde han sido más los periodos positivos que los periodos negativos. Por lo tanto, de acuerdo con los datos disponibles, es posible que durante este periodo los predios ubicados en el AID del SITM de Medellín se hayan valorizado más que los predios ubicados por fuera del AID.

Como resultado de la comparación entre los SITM de Bogotá y Medellín, dados los niveles de alcance tanto de la limitación de datos e información, así como del modelo, se pueden reconocer ciertos aspectos que pueden brindar una idea sobre las tendencias de los impactos que han venido generando ambos sistemas. Centrándonos en los impactos estadísticamente significativos, es posible identificar que en la ciudad de Bogotá los impactos urbanos generados por el SITM han sido negativos mientras que en la ciudad de Medellín los impactos han sido positivos.

Tabla 1. Resultados modelo DiD. Impactos urbanos generados por los SITM de Bogotá y Medellín en términos monetarios por unidad de área

		SITM Bogotá		SITM Medellín	
Inicio	Fin	Impacto m^2 (COP)	Valor - P	Impacto m^2 (COP)	Valor - P
2000	2001	$ 52,127	0.95		
2001	2002	-$ 85,577	0.88		
2002	2003	$ 37,764	0.94		
2003	2004	$ 121,151	0.81		
2004	2005	$ 41,767	0.93		
2006	2007				
2007	2008			-$ 224,038	0.06
2008	2009			$ 569,653	0.00
2010	2011			$ 24,775	0.63
2011	2012			-$ 32,261	0.49
2012	2013			$ 115,402	0.01
2013	2014	-$ 1,634,268	0.00	-$ 20,315	0.70
2014	2015	-$ 1,758,183	0.00	$ 236,896	0.00
2015	2016	-$ 1,868,499	0.00	$ 102,360	0.03
2016	2017			-$ 204,255	0.00

		SITM Bogotá		SITM Medellín	
Inicio	Fin	Impacto m^2 (COP)	Valor - P	Impacto m^2 (COP)	Valor - P
2017	2018			$ 141,285	0.00
2018	2019			-$ 43,734	0.29
Impacto acumulado		-$ 5,093,718		$ 665,768	

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

La implementación de los SITM ha generado impactos urbanos positivos y negativos en las ciudades de Bogotá y Medellín. Estos impactos pueden llegar a representar algunos de los beneficios y costos económicos urbanos en las ciudades en donde se encuentran operando.

Los impactos urbanos generados por ambos SITM han sido diferentes. En Bogotá, el impacto encontrado en este modelo sobre la variación de los precios del suelo en los predios ubicados en el AID se observa de manera general fue negativo, lo que estaría reflejando de manera agregada y en cada uno de los años de análisis, una mayor generación de costos (variación negativa) respecto a los beneficios urbanos (variación positiva), mientras que a nivel agregado en Medellín se pueden haber producido impactos positivos en los predios ubicados en el AID, es decir, mayor variación positiva del valor del suelo, en cada uno de los años de análisis, expresado como beneficios, que costos económicos urbanos (variación negativa del valor del suelo), durante su etapa de operación.

Así las cosas, de los análisis y resultados acá obtenidos, se podría pensar que el tipo de tecnología e infraestructura adoptada por el SITM de Medellín ha permitido que las estaciones y líneas del SITM se hayan adaptado de mejor manera a las dinámicas territoriales y de movilidad de la ciudad de Medellín, generando mejores resultados en términos de beneficios económicos para la sociedad, en comparación con el SITM de Bogotá.

La información sobre precios del suelo, avalúos catastrales o comerciales en el país es limitada y presenta restricciones de accesibilidad y asequibilidad. Por lo tanto, los datos empleados para la estimación de los impactos urbanos en las ciudades de Bogotá y Medellín son de orígenes diferentes. En caso de se pudiera contar con mejor y mayor información y datos sobre el valor de los predios en las ciudades, desde esta misma metodología, seguramente se lograría un modelo DiD mejor ajustado que posiblemente pudiera arrojar resultados más confiables desde la perspectiva de la medición del impacto.

5. Referencias bibliográficas

Bernal, R., & Peña, X. (2011). GUÍA PRÁCTICA PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTO (Uniandes, Ed.; Primera Ed). Facultad de Ingeniería Uniandes.

Bocarejo, J. P., & Urrego, L. F. (2020). The impacts of formalization and integration of public transport in social equity: The case of Bogota. Research in Transportation Business and Management, August, 100560.

Button, K. (2010). Transport Economics (Edward Elgar Pub, Ed.; 3rd ed., Vol. 1).

Gujaratí, D., & Porter, D. (2010). Econometría (McGraw-Hill Interamericana de España S.L, Ed.; 5th ed., Vol. 1).Parte 4.

Moncada, C. (2018). DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR IMPACT ASSESSMENT OF TRANSPORT POLICIES IN CITIES. Universidad de los Andes.

Rincón, W.L (2023) Evaluación Económica Ex Post de Los Sistemas Integrados de Transporte Masivo Urbanos de las Ciudades de Bogotá y Medellín. Análisis Comparativo desde una Perspectiva de Transporte Urbana e Institucional.

Ruiz, C.A. (2018). Land Value Capture And Urban Development In Mass Transit Projects: The Land Management Case Of First Metro Line of Bogotá. Ponencia presentada en el ITEA Conference 2018. Hong Kong.

Stock, J. H., & Watson, M. M. (2012). Introducción a la Econometría (3rd ed., Vol. 1). PEARSON EDUCACIÓN, S.A.

Suzuki, H., Cervero, R., & Luchi, K. (2014). Transformando las ciudades con el transporte público: integración del transporte público (1st ed., Vol. 1).

INFLUENCIA DEL AMBIENTE CONSTRUIDO Y PATRONES SOCIOECONÓMICOS EN LA ELECCIÓN MODAL MEDIANTE ANÁLISIS DE REGRESIÓN SOBRE DATOS ESPACIALES

Juan Esteban Aristizábal Salazar
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Caldas, Colombia. jaristizabals@unal.edu.co

Diego Alexánder Escobar García
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Caldas, Colombia. daescobarga@unal.edu.co

Carlos Alberto Moncada Aristizábal
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Bogotá D.C., Colombia. camoncadaa@unal.edu.co

RESUMEN

Para la planificación de políticas de transporte es fundamental estudiar la forma en que las personas usan los diversos modos de transporte disponibles y, en el mismo sentido, es importante conocer cuáles son los factores que tienen mayor influencia en la elección de determinado modo de transporte. En el presente trabajo, se emplea modelación de patrones poblacionales para caracterizar la elección modal en la zona de estudio para 4 modos de transporte: transporte público, caminata, automóvil y motocicleta. Para ello, se desarrollan 3 etapas metodológicas: (1) modelación de accesibilidad geográfica, (2) conformación de base de datos, y (3) modelos de regresión estadística. Los resultados sugieren importantes relaciones estadísticas de variables como la tenencia vehicular, tiempos de viaje, grado de escolaridad, ingresos y grupos etarios en el uso de los modos de transporte analizados. La metodología empleada brinda una herramienta de toma de decisiones para la planificación de políticas de transporte, sumando insumos de información sobre la incidencia de variables sobre la elección modal, con el foco de promover modos de transporte de mayor eficiencia espacial, ambiental y económica.

1. Introducción

En el estudio del transporte, la elección modal es la decisión del medio que usa una persona para realizar un desplazamiento (transporte público, caminar, automóvil, motocicleta, entre otros). La elección modal de cada persona responde a una serie de factores que cada individuo evalúa según su criterio y toma su decisión del modo viaje (Ortúzar y Willumsen, 2011). Para la planificación de políticas de transporte, es fundamental estudiar la forma en que las personas usan los diversos modos de transporte disponibles y, en el mismo sentido, es importante conocer cuáles son los factores que tienen mayor influencia en la elección de un modo de transporte.

Actualmente, en las ciudades se promueven políticas para mejorar la movilidad, buscando articular el desarrollo económico, la sostenibilidad ambiental y la sensibilidad social (Winkler et al., 2023). Como objetivo transversal a los ejes de acción para mejorar las condiciones de movilidad en las ciudades, se busca cambiar la forma en que se mueven las personas, migrando hacia modos de transporte que generan menor impacto ambiental, económico, social y espacial. En este sentido, es de suma importancia caracterizar los factores que tienen mayor influencia el uso de determinado modo de transporte, generando instrumentos de planificación de políticas enfocadas en fortalecer las condiciones para promover los modos de transporte con menores impactos sobre los territorios (Seredynski, 2023).

Para estudiar la elección modal de transporte, existen dos grandes enfoques: (i) modelación de características individuales, y (ii) modelación de características poblacionales. La primera, consiste en estudiar la decisión individual de cada persona, teniendo en cuenta sus características personales, socioeconómicas, sociodemográficas, sus necesidades, entre otras variables, para caracterizar su elección modal personal. En este enfoque, los modelos de elección discreta han sido ampliamente utilizados (Cervero y Duncan, 2003). El segundo enfoque consiste en estudiar características poblacionales agrupadas en una zonificación establecida, con el objetivo de determinar la incidencia de dichas características en los modos de transporte empleados. En este segundo enfoque, tienen gran popularidad los modelos de demanda de transporte, que consisten en determinar la cantidad de viajes que se realizan desde y hacia determinada zona y los modos usados para esos viajes. Por otra parte, en el enfoque de modelación de características poblacionales de elección modal, también pueden emplearse análisis de regresión estadística, incorporando enfoques de análisis espacial para obtener herramientas de caracterización geográfica de la elección modal en un territorio (Liu et al., 2023).

En el presente trabajo, se emplea modelación de patrones poblacionales para caracterizar la elección modal en la zona de estudio para 4 modos de transporte:

transporte público, caminata, automóvil y motocicleta. Para ello, se desarrollan 3 etapas metodológicas: (1) modelación de accesibilidad geográfica de oportunidades acumuladas a educación y salud; (2) conformación de base de datos para los modelos de regresión; y (3) modelos de regresión estadística para caracterizar la elección modal.

La metodología se aplicará en la ciudad de Manizales (Colombia), una ciudad intermedia de 465.000 habitantes ubicada en la escarpada topografía de los andes colombianos a 2150 m.s.n.m., caracterizada por un alto uso de la caminata como modo de transporte y cuyo sistema de movilidad está compuesto por un servicio de transporte público colectivo, dos líneas de cable aéreo que cuentan con 4 estaciones y un sistema de bicicletas públicas. En Colombia, se cuenta con una categorización del nivel socioeconómico de los hogares a través de los estratos, con categorías que van del 1 al 6, donde 1 representa hogares de bajos niveles socioeconómicos y 6 hogares con altos niveles socioeconómicos.

2. Metodología

A continuación, se detallan las 3 etapas empleadas en esta investigación.

2.1 Etapa 1: modelación de accesibilidad geográfica

La accesibilidad geográfica es una metodología que pertenece a la rama de la modelación de oferta de transporte y consiste en evaluar el costo espaciotemporal de viaje desde un conjunto de nodos de origen hacia un conjunto de nodos de destino, a través de un modo de transporte determinado mediante una red de infraestructura del transporte disponible para dicho modo; lo anterior, brinda una herramienta de análisis territorial y de planificación que permite evaluar la calidad en la cobertura que los servicios de un territorio brinda a sus habitantes, discretizando el modo de transporte. Se aplicará un modelo de accesibilidad de oportunidades acumuladas para determinar la diversidad de actividades urbanas disponibles en la proximidad de los hogares de la ciudad de estudio. Los modelos se aplicaron para 2 tipos de servicios: educación y salud. Con los resultados se obtendrá un indicador espacial que será usado como variable independiente en el modelo estadístico de caracterización de la elección modal (etapa 3).

2.2. Etapa 2: Conformación de base de datos

Se recolectan variables de interés socioeconómicas y del ambiente construido en una zonificación definida, usando portales de datos abiertos y cartografía de los instrumentos de planificación de la ciudad de análisis. Las fuentes principales de

información son el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y el plan de movilidad vigente en la ciudad. Además, se emplean datos abiertos publicados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia (DANE).

2.3 Etapa 3: modelos de regresión estadística

Finalmente, se desarrollarán 4 modelos de regresión lineal múltiple tipo OLS para establecer la influencia de las variables socioeconómicas y del ambiente construido sobre la elección modal en la zona de estudio. Las 4 variables dependientes de cada modelo de regresión corresponderán a un indicador del uso de cada modo de transporte a estudiar: transporte público, caminata, automóvil y motocicleta. En cada modelo, se desarrollarán test estadísticos para evaluar la existencia de patrones geográficos y dependencia espacial en los datos; en los casos que se requiera, se aplicarán modelos de regresión espaciales para mitigar la presencia de los patrones espaciales en los modelos.

3. Resultados y discusión

A continuación, se detallan los resultados de la aplicación de cada una de las 3 etapas metodológicas de la investigación realizando una discusión sobre los resultados.

3.1 Modelos de accesibilidad geográfica

En la Figura 1 se presentan los resultados de la modelación de accesibilidad de oportunidades acumuladas para los nodos de educación. Como se aprecia, existe una alta accesibilidad a nodos educativos concentrada en el centro histórico de la ciudad, el cual corresponde al polo económico urbano de mayor relevancia en Manizales. Se destaca que una parte importante del área de la ciudad cuenta con accesibilidad de al menos 1 nodo educativo (y hasta 7), en una caminata de 15 minutos o inferior.

En la Figura 2 se presentan los resultados de la modelación de accesibilidad de oportunidades acumuladas para los nodos de salud. Como se aprecia, existe una alta accesibilidad a nodos de salud concentrada en el barrio Versalles (centro geométrico de la ciudad), también correspondiente a uno de los cinco polos económicos del área de estudio (Aristizábal et al., 2023). Se aprecia un clúster de acceso entre 6 y 12 nodos de salud en el centro histórico, y se destaca que, en gran parte de la ciudad, el acceso de entre 1 y 6 nodos de salud en una caminata de 15 minutos o inferior.

Figura 1: Modelo de accesibilidad de oportunidades acumuladas a educación

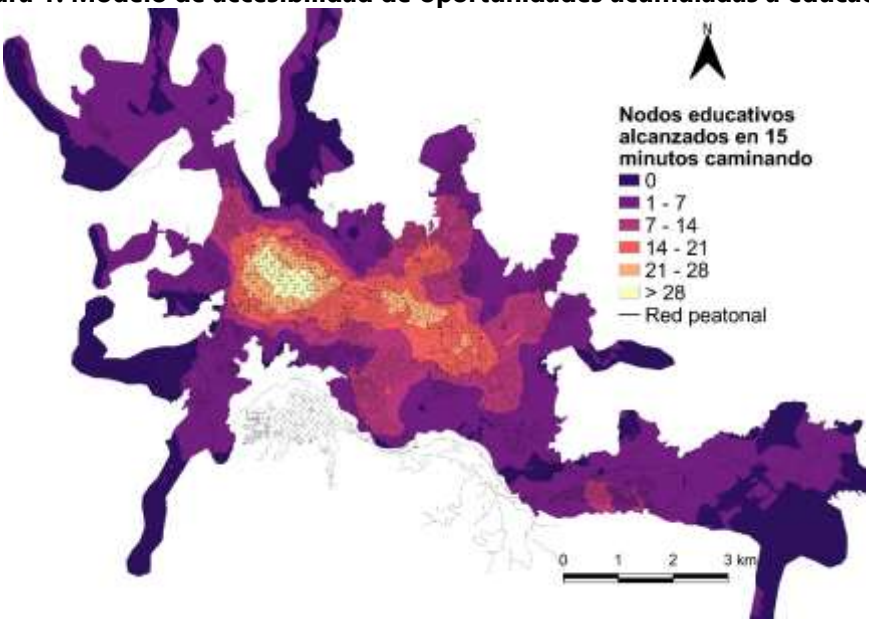
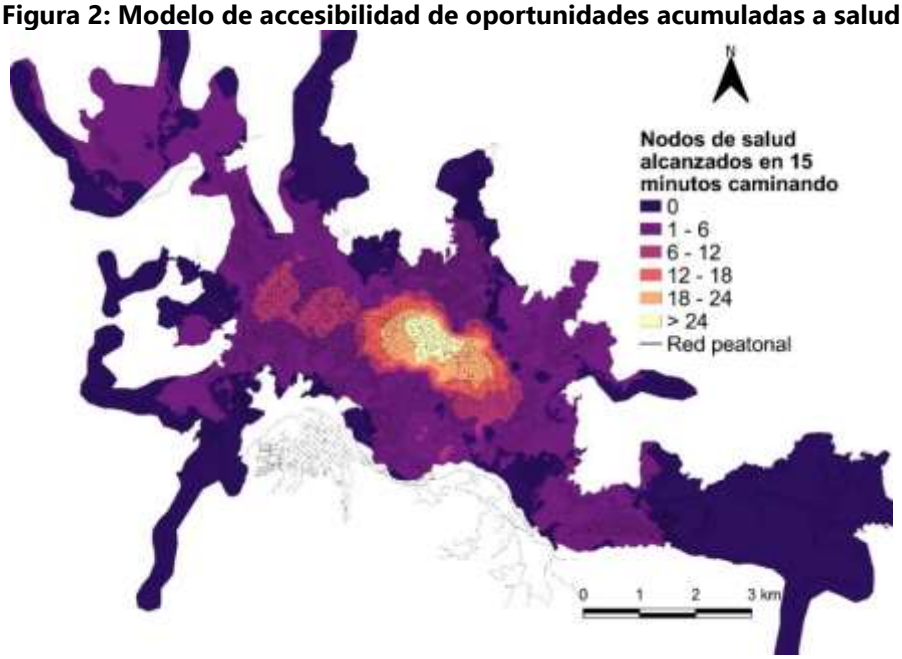


Figura 2: Modelo de accesibilidad de oportunidades acumuladas a salud



Para cada uno de los modelos anteriores, se obtuvo una variable que indique el acceso a los nodos educativos y de salud, para las Zonas de Análisis de Transporte (ZAT), definidas en el vigente plan de movilidad del área de estudio. Estas 2 variables se usarán en la etapa 3 para los modelos de regresión estadística.

3.2 Conformación de base de datos

Se recolectó la base de datos de las variables dependientes e independientes que se emplearán en los modelos de regresión estadística de la etapa 3. En la Tabla 1, se presenta una descripción de las variables a emplear en el modelo de regresión estadística.

Tabla 1: Descripción de las variables

Tipo	Variable	Descripción
Dependientes	Uso de transporte público	Porcentaje de viajes realizados en transporte público, con respecto al total de viajes que realizan las personas en la ZAT
	Uso de caminata	Porcentaje de viajes realizados caminando, con respecto al total de viajes que realizan las personas en la ZAT
	Uso de automóvil	Porcentaje de viajes realizados en automóvil, con respecto al total de viajes que realizan las personas en la ZAT
	Uso de motocicleta	Porcentaje de viajes realizados en motocicleta, con respecto al total de viajes que realizan las personas en la ZAT
Independientes	Viajes internos	Porcentaje de viajes realizados que no salen de esta ZAT
	Tiempo de viaje peatonal	Tiempo de viaje peatonal hasta el polo económico más cercano (Aristizábal et al., 2023) en horas
	Tiempo de viajes obligados	Tiempo de viaje promedio de los viajes obligados (estudio o trabajo) en horas
	Indicador de empleo	Porcentaje de viajes con motivo empleo, con respecto al total de viajes generados en la ZAT
	Educación universitaria	Porcentaje de personas con estudios universitarios en la ZAT
	Estratos bajos	Porcentaje de personas de estratos socioeconómicos bajos en la ZAT (0, 1 y 2)
	Ingresos por persona	Indicador del nivel de ingresos per cápita en la ZAT
	Personas jóvenes	Porcentaje de personas menores de 30 años en la ZAT
	Personas mayores	Porcentaje de personas mayores de 60 años en la ZAT
	Vehículos por hogar	Promedio de vehículos por hogar en la ZAT
	Espacio público	Índice de espacio público por habitante en la ZAT
	Rutas de transporte público	Porcentaje de rutas y estaciones de transporte público disponibles en la ZAT con respecto al total disponibles en la ciudad

Accesibilidad a educación	Porcentaje de nodos educativos accesibles en una caminata de 15 minutos, con respecto al total de nodos educativos en la ciudad
Accesibilidad a salud	Porcentaje de nodos de salud accesibles en una caminata de 15 minutos, con respecto al total de nodos de salud en la ciudad

En la Tabla 2, se presenta el resumen estadístico de estas variables recolectadas. La mayoría de las variables corresponden a porcentajes e indicadores y, por lo tanto, presentan un rango de variabilidad entre 0 y 1; no obstante, algunas variables independientes como el tiempo de viaje peatonal y el tiempo de viajes obligados, el indicador de empleo, el indicador de ingresos per cápita, el promedio de vehículos y el índice de espacio público, presentan rangos de variabilidad que superan la unidad.

Tabla 2: Resumen estadístico de la base de datos (n = 145)

Variable	Media	Desv. est.	Mín.	Q1	Mediana	Q3	Máx.
Uso de transporte público	0,26	0,17	0,00	0,15	0,23	0,36	1,00
Uso de caminata	0,30	0,21	0,00	0,13	0,26	0,45	0,82
Uso de automóvil	0,19	0,22	0,00	0,04	0,12	0,26	1,00
Uso de motocicleta	0,14	0,14	0,00	0,04	0,12	0,19	1,00
Viajes internos	0,06	0,08	0,00	0,00	0,03	0,09	0,39
Tiempo de viaje peatonal	0,37	0,22	0,06	0,21	0,32	0,47	1,76
Tiempo de viajes obligados	0,41	0,11	0,12	0,34	0,41	0,49	0,76
Empleo	0,32	0,63	0,00	0,02	0,16	0,38	5,91
Educación universitaria	0,17	0,19	0,00	0,03	0,09	0,25	1,00
Estratos bajos	0,38	0,39	0,00	0,05	0,14	0,88	1,00
Ingresos por persona	1,05	0,77	0,32	0,60	0,79	1,28	5,00
Personas jóvenes	0,39	0,06	0,20	0,35	0,39	0,43	0,56
Personas mayores	0,26	0,14	0,00	0,17	0,26	0,33	0,90
Vehículos por hogar	0,68	0,39	0,00	0,43	0,63	0,88	2,33
Espacio público	0,28	0,60	0,00	0,02	0,10	0,24	4,79
Rutas de transporte público	0,18	0,18	0,00	0,05	0,14	0,27	0,87
Accesibilidad a educación	0,07	0,04	0,00	0,03	0,07	0,11	0,18
Accesibilidad a salud	0,08	0,10	0,00	0,02	0,04	0,11	0,44

3.3 Modelos de regresión estadística

En la Tabla 3 se presentan los resultados de los 4 modelos de regresión OLS. En general, se obtienen unos coeficientes de determinación (R^2) significativos. El más bajo, correspondiente al modelo de uso de motocicleta, indica que el 38% de la varianza en esta variable dependiente es explicada por las variables independientes usadas; por otra parte, en el modelo de uso de automóvil, el 72% de la variabilidad de esta variable es explicada por las variables independientes empleadas. Para los análisis de dependencia espacial, se usó una matriz de pesos espaciales de distancia inversa al cuadrado de 700 metros, distancia que fue calculada mediante un análisis de sensibilidad del cambio en el I de Moran en cada variable dependiente conforme se aumentaba la distancia de corte de vecindad. De acuerdo con los resultados de dependencia espacial, usando una distancia de 700 metros como criterio de vecindad, no se cuenta con evidencia de existencia de patrones espaciales retardados o en los errores del modelo que sugieran la aplicación de modelos que consideren la heterogeneidad espacial.

Para el modelo de uso de transporte público, se obtienen como variables estadísticamente significativas (p-valor < 0,05) positivas el tiempo de viaje peatonal y tiempo de viajes obligados; y negativas vehículos por hogar. Lo anterior indica que existe una asociación estadísticamente significativa entre las variables de tiempo de viaje y el uso de transporte público, indicando que, entre mayor es el tiempo de viaje de las personas que viven en una zona (tanto peatonal como el de viajes obligados), hay una mayor tendencia de uso del transporte público. Por otra parte, se evidencia una asociación estadística entre la tenencia de vehículos y el uso del transporte público, indicando que en las zonas de mayor posesión vehicular, se hace menos uso del transporte público.

Tabla 3: Resultados de los 4 modelos de regresión OLS. Significancia estadística: *<0,001, **<0,01, *<0,05, °<0,10**

	Indicadores y variables	Modelos OLS			
		Transporte público	Caminata	Automóvil	Motocicleta
	R^2	0,4601	0,5920	0,7202	0,3793
	Log likelihood	97,0862	85,1890	106,5840	113,0680
	AIC	-164,1720	-140,3780	-183,1670	-196,1360
Coeficiente de regresión	Viajes internos	-0,1268	0,4500**	-0,0712	-0,1728
	Tiempo de viaje peatonal	0,2319**	-0,1746*	-0,0380	0,0070
	Tiempo de viajes obligados	0,2604*	-0,1880	-0,0946	-0,1275

	Indicador de empleo	-0,0256	0,0074	0,0542**	-0,0314°
	Educación universitaria	-0,0748	0,0623	0,6665***	-0,6158***
	Estratos bajos	-0,0485	0,0688	-0,0800°	0,0722°
	Ingresos por persona	-0,0202	-0,0582*	0,0048	0,0788***
	Personas jóvenes	-0,2293	-0,1717	0,5222°	-0,0595
	Personas mayores	0,1614°	-0,4566***	0,1933*	-0,0374
	Vehículos por hogar	-0,1424***	-0,1501***	0,1375***	0,1257***
	Espacio público	-0,0088	-0,0205	0,0244	0,0066
	Rutas de transporte público	0,0932	-0,1196	-0,0981	0,0414
	Accesibilidad a educación	-0,7427	2,1347***	-0,5793	-0,2889
	Accesibilidad a salud	-0,1450	-0,1872	0,0080	0,1967
p-valor	I de Moran (error)	0,3155	0,0819	0,1137	0,6084
	Lagrange Multiplier (lag)	0,4892	0,1360	0,2717	0,6466
	Robust LM (lag)	0,5496	0,2533	0,9194	0,6246
	Lagrange Multiplier (error)	0,6941	0,3162	0,0808	0,3890
	Robust LM (error)	0,8531	0,7686	0,1737	0,3798
	Lagrange Multiplier (SARMA)	0,7739	0,3151	0,2166	0,6122

Lo anterior, suma evidencia a la cultura latinoamericana alrededor de la tenencia de vehículo particular, en la cual, una vez se adquiere un vehículo particular, este se convierte en un modo de transporte principal y usado para la mayoría de los viajes independiente del motivo y destino. Lo anterior, contraste con los modelos de tenencia vehicular en países nórdicos, donde a pesar de presentar elevados índices de vehículos por persona, se hace un uso más racional de este, debido a una importante calidad del servicio de transporte público, un uso del suelo diverso, entre otras variables.

Para el modelo de uso de caminata, se obtienen como variables estadísticamente significativas positivas el indicador de viajes internos y accesibilidad a educación; y negativas el tiempo de viaje peatonal, ingresos por persona, personas mayores y vehículos por hogar. Lo anterior brinda interesantes resultados: existe una asociación estadística entre el uso de caminata y vivir en zonas donde se realizan viajes más cortos, siendo estos los que no salen de la misma zona; además, también se realizan más viajes caminando en las zonas con alta accesibilidad a nodos educativos (escuelas, colegios, universidades, institutos, entre otros nodos). Por otra parte, en las variables con

asociación negativa, se aprecian variables como el tiempo de viaje peatonal, indicando que existe una asociación estadística entre vivir cerca de los polos económicos y caminar más. Además, predomina una tendencia a caminar poco como modo de transporte en las zonas de ingresos más altos, en zonas donde hay una porción alta de personas mayores de 60 años y en zonas donde se tienen altos índices de posesión de vehículos particulares.

Para el modelo de uso de automóvil, se obtienen como variables estadísticamente significativas positivas el indicador de empleo, educación universitaria, personas mayores y vehículos por hogar; y no se obtuvieron variables estadísticamente significativas con asociación negativa. Lo anterior revela que existe una asociación estadística significativa de alto uso del automóvil en zonas con alta disponibilidad de empleo, en zonas con altos índices de personas con educación universitaria, en zonas con altos índices de personas mayores de 60 años. Además, como era de esperarse, en las zonas con altos índices de posesión de vehículos particulares, se presenta una asociación estadística entre el alto uso de automóvil.

Para el modelo de uso de motocicleta, se obtienen como variables estadísticamente significativas positivas los ingresos por persona y vehículos por hogar; y negativa la educación universitaria. Lo anterior denota que, en Manizales, existe asociación estadística de alto uso de motocicleta en zonas de alto ingresos y en zonas que presentan altos índices de tenencia vehicular. Por otra parte, en las zonas con altos índices de personas con estudios universitarios, se presenta una tendencia de bajo uso de motocicleta como modo de transporte.

4. Conclusiones

Para la planificación de políticas de transporte, es fundamental estudiar la forma en que las personas usan los diversos modos de transporte disponibles y, en el mismo sentido, es importante conocer cuáles son los factores que tienen mayor influencia en la elección de determinado modo de transporte. En la presente investigación se desarrollaron 4 modelos de regresión estadística para caracterizar las variables que presentan asociación estadística entre 4 modos de transporte de alta relevancia en los entornos urbanos: el transporte público, la caminata, el automóvil y la motocicleta.

Previo al análisis de regresión, se desarrolló un modelo de accesibilidad geográfica que permite caracterizar la cantidad de oportunidades educativas y de salud en un radio de 15 minutos caminando desde cada hogar de la zona de análisis. Los modelos dan cuenta que las zonas con mayor accesibilidad a servicios en la ciudad se distribuyen principalmente sobre las zonas con mayor desarrollo social y económico, en donde se

concentra una parte importante de las inversiones público en desarrollo de infraestructura, espacio público, entre otros.

Las políticas modernas de transporte, que bien deben articularse con políticas de vivienda y uso del suelo, deben considerar una planificación descentralizada de los servicios, de modo que se minimicen las necesidades de viaje, como la distancia de estos y, por consiguiente, la dependencia de la movilidad particular motorizada y se facilita la planificación de redes de transporte público. En armonía con esta idea, el concepto urbanístico de ciudad de 15 minutos busca promover el desarrollo y planificación descentralizada de la ciudad, de modo que el acceso a múltiples servicios, en cantidad y diversidad, sea un derecho que provea de calidad de vida a todos los habitantes de una ciudad, y que no sea una cualidad privilegiada de las viviendas ubicadas cerca de las zonas de mayor desarrollo económico y de infraestructura en las ciudades.

Los modelos de regresión desarrollados muestran resultados interesantes, aunque no lejanos de lo esperado. La alta significancia estadística de la variable de tenencia de vehículos prueba estadísticamente, en Manizales, la tesis del modelo latinoamericano frente a la tenencia de un vehículo particular: una vez una persona/familia adquiere uno, este se convierte en su modo de transporte principal, reduciendo al mínimo el uso de transporte público u otros modos de transporte. También, se destaca comportamiento estadístico de las variables de tiempo de viaje, que muestran cómo predomina de caminata en barrios con tiempos de viaje bajos hacia las zonas de mayor actividad urbana, y predomina el uso de transporte público en barrios alejados de estos polos económicos.

Esta investigación proporciona una herramienta de planificación de políticas de transporte en el territorio en 3 líneas de acción: (i) es altamente replicable en otras ciudades de cualquier tamaño, debido a que se emplearon modelos estadísticos general y con aplicación sencilla; (ii) proporciona una caracterización de la elección modal en el escenario precovid en la zona de análisis, que permite evaluar el desempeño de las intervenciones urbanas, de uso de suelo y de transporte desarrolladas en el área de estudio; y (iii) proporciona un marco de comparación con los resultados que proporcione el mismo análisis sobre los datos actualizados de matriz origen destino que se desarrollen en los próximos años en el territorio de análisis, con el objetivo de evaluar los patrones de cambio modal.

5. Agradecimientos

Se agradece al Grupo de Investigación en Movilidad Sostenible por el apoyo prestado en el desarrollo de esta investigación. Así mismo, se agradece a la Maestría en Infraestructura y Sistemas de Transporte de la Universidad Nacional de Colombia, dado que este trabajo hace parte fundamental del desarrollo de la tesis de maestría del estudiante Juan Esteban Aristizábal Salazar.

6. Referencias Bibliográficas

Aristizábal, J. E., Sarache, W., y Escobar, D. A. (2023). Spatial Regression Model of Urban Walkability under the 15-Minute City Approach. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 49(3), 1037–1045. https://doi.org/10.30892/gtg.49319-1103

Cervero, R., y Duncan, M. (2003). Walking, Bicycling, and Urban Landscapes: Evidence From the San Francisco Bay Area. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1478–1483. https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1478

Liu, M., Liu, Y., y Ye, Y. (2023). Nonlinear effects of built environment features on metro ridership: An integrated exploration with machine learning considering spatial heterogeneity. *Sustainable Cities and Society*, 95. https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104613

Ortúzar, J. de D., y Willumsen, L. G. (2011). Modelling Transport (4th ed.). *Wiley*. https://doi.org/10.1002/9781119993308

Seredynski, M. (2023). Pathways to reducing the negative impact of urban transport on climate change. *IET Smart Cities*, 5(1), 41–48. https://doi.org/10.1049/smc2.12043

Winkler, L., Pearce, D., Nelson, J., y Babacan, O. (2023). The effect of sustainable mobility transition policies on cumulative urban transport emissions and energy demand. *Nature Communications*, 14(1), 2357. https://doi.org/10.1038/s41467-023-37728-x

LOS PROBLEMAS A RESOLVER EN LOS SERVICIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO

Claudio Andrés Verón
Seguridad Vial y Transportes, Argentina, claudioandresveron@outlook.com

En esta presentación se pretende buscar resolver el problema del transporte en la ciudad. El "problema del transporte" refiere al efecto causado por el incremento del tránsito en la ciudad, que a causa de un transporte público poco atractivo, se traduce en una mayor utilización del automóvil particular. Este fenómeno trae aparejado los problemas de congestión del tránsito, polución y segregación de la persona para darle lugar a los vehículos. Con este objetivo se desea brindar una propuesta para hacer más atractivo el transporte público urbano de la ciudad de Rafaela, particularmente el transporte en colectivo mediante la aplicación de mejoras productivas y tecnológicas a desarrollar más adelante.

Uno de los principales problemas que tiene la ciudad en términos de tránsito es la congestión y accidentologia producida en la aérea céntrica de la ciudad, pero además se evidencian las siguientes falencias u oportunidades a mejorar en el servicio:
Poca información sobre recorridos de línea: los usuarios no conocen con exactitud por donde puedo subirme a un colectivo y cuánto durará ese viaje hasta la parada de destino.

Recorridos demasiado largos: una línea de colectivos que parte desde la terminal de Ómnibus, tarda en regresar a su punto de origen en mucho tiempo.

No existe línea alguna que llegue a diferentes sectores importantes, lugares donde se concentran alrededor de cientos de trabajadores de la ciudad, se considera muy interesante la oportunidad de lograr una extensión de una línea en esta dirección para lograr un crecimiento en clientes que abonen la tarifa completa.

Demasiadas paradas innecesarias de colectivos, lo que provoca un deterioro de las movilidades al tener que frenar cada 200 metros.

Como posibilidades de mejora se proyectan algunos puntos a desarrollar en los proyectos:
1. Reducción de los tiempos de recorrido de las líneas, modificando frecuencia, para reducir la congestión de vehículos y accidentología.

2. Utilización de la tecnología GPS - AVL para poner en funcionamiento la aplicación, en la cual se podrá saber con exactitud la distancia, recorrido y el tiempo que lleva a cualquier destino.

3. Creación de una línea especial que tenga como destino a los centros de gran afluencia de personas en los horarios en los cuales los trabajadores la utilicen, incrementando así la cantidad de pasajeros en un mercado que no fue explorado.
Como resultado, en muchas ciudades se han logrado los objetivos planteados tales como: Tratamiento en relación al cambio climático; Urbanización y motorización rápidas; Accesibilidad y asequibilidad; Seguridad vial; Contaminación atmosférica, entre otras.

Alternativas de mejora

Existen 3 "focos" de atención en los cuales se desarrollarán las mejoras:
Reducción de los tiempos de recorrido de las líneas, modificando su frecuencia, para reducir la congestión de vehículos y accidentología.

Utilización de la tecnología GPS para poner en funcionamiento la aplicación ¿Cuándo llego? que lanzó la municipalidad, en la cual se podrá saber con exactitud la distancia, recorrido y el tiempo que lleva a cualquier destino.

Creación de una línea especial que tenga como destino a centros laborales en los horarios en los cuales los trabajadores la utilicen, incrementando así la cantidad de pasajeros en un mercado que no fue explorado.

El transporte y su análisis

El transporte es una actividad derivada de otras actividades que tienen lugar en un área geográfica determinada, sea esta un país, una región, una ciudad, una comuna o un barrio. El conjunto de actividades de residencia, producción, consumo, recreación, etc. que se produce en un lugar, denominado sistema de actividades, es el que genera ciertas necesidades de viajes o demanda por transporte. Esta demanda es satisfecha por el conjunto de vías, vehículos, terminales y por la forma cómo funcionan estos elementos; es decir, por el sistema de transporte. Esto se traduce en una interacción entre ambos sistemas que produce un patrón de flujos, constituido por viajes entre diversos orígenes y destinos, en diferentes medios o modos de transporte, por variadas rutas y en distintos períodos. Es una suerte de equilibrio entre la demanda y oferta por transporte. Su manifestación más evidente es el tránsito urbano, es decir, la circulación

de personas y vehículos por los espacios públicos de la ciudad (veredas, calles, autopistas y líneas de subte). La calidad con que la demanda por transporte es satisfecha por el sistema de transporte se denomina nivel de servicio de los viajes. El nivel de servicio producirá algunos efectos o impactos tanto sobre los usuarios del sistema como sobre el resto de los habitantes. Esto se traduce en efectos como:

- Congestión: aumento de tiempos de viaje de conductores, pasajeros y peatones.
- Contaminación: aumento de emisiones de contaminantes atmosféricos.
- Riesgo: aumento del número y gravedad de accidentes de tránsito
- Ruido: aumento del nivel de ruido y vibraciones en calles y edificios.
- Intimidación: disminución del uso de las calles para otros fines (estar, jugar, pasear).
- Intrusión visual: disminución del campo visual por vehículos o infraestructuras.

Estos efectos son los principales focos de atención de los grupos de trabajo designados para el diseño, mantenimiento y determinación de los niveles de servicios, aunque todos ellos son importantes, a continuación se analizarán diferentes soluciones posibles frente a un problema en particular, la congestión, y se determinarán sus impactos en el sistema.

Transporte a nivel mundial y el modelo argentino organización mundial

El incremento de población mundial y el aumento de las distintas urbes, genera un crecimiento desmesurado del parque automotor debido a la necesidad y demanda de movilidad por parte de la ciudadanía en general, para lo cual se exige el constante rediseño en la gestión y administración de los servicios de transporte público.

En la mayor parte de América Latina y el Caribe, el transporte urbano más utilizado son los autobuses, pese a ello, son en su mayoría ineficientes ya que estas unidades transitan en medio de automóviles y otros tipos de vehículos, provocando congestión en las vías, retraso en la llegada de los usuarios, incremento de contaminación ambiental y accidentes de tránsito. Estos problemas se deben a deficientes criterios en la organización del tránsito y de transporte en general, es decir, la calidad del sistema depende fundamentalmente de una planificación acertada y de la regulación por parte de las autoridades gubernamentales.

En muchas ciudades los sistemas de transporte de autobuses han sido desarrollados de manera aislada, generalmente por el método de "ensayo y error", y sin dar seguimiento de sus resultados. En otros casos se ha intentado implementar inadecuadamente en otras ciudades, provocando distorsiones como las que ocurren en algunas terminales de integración. Pero también pueden destacarse experiencias

positivas, que han dado paso a mejoras significativas dentro de los sistemas de autobuses. En estos casos que han dado buenos resultados, el servicio de autobuses está a cargo de empresas privadas, mientras que los organismos públicos se encargan de la planificación del sistema, la determinación de los itinerarios y frecuencias y de las inversiones en infraestructura de apoyo.

La organización de la industria de servicios de transporte público urbano es básicamente similar en toda Europa. Un organismo público controla la provisión de servicios de transporte público. En el caso de Europa, la iniciativa CIVITAS desde el año 2002 se dirige a ciudades de la Unión Europea dispuestas a la implementación de políticas estratégicas de transporte urbano destinadas a impulsar una movilidad urbana sostenible. Esta iniciativa busca promover un cambio en los comportamientos y las actitudes de ciudadanos, planificadores, políticos y empresas con el fin de lograr un modelo más ecológico y sostenible para los distintos medios de transporte. Está, cofinanciada por la Unión Europea, cuenta con la participación de más de sesenta ciudades. (CIVITAS, 2012).

En contraste con América Latina el sistema de transporte público japonés es uno de los más avanzados del planeta, como menciona el Maestro en Políticas de Cooperación Internacional Gabriel Nieto.

"El sistema de transporte público japonés es uno de los más avanzados del planeta. Gran parte de los más 20 millones de personas que trabajan en Tokio y residen en sus alrededores pasan entre una y cuatro horas diarias en el transporte público. Japón es un excelente ejemplo de la democratización del transporte público. Brinda opciones de conexión dentro y entre los grandes espacios urbanos mediante trenes locales, rápidos, exprés e, incluso, ciudades con el famoso tren bala, alternativas subterráneas, como el metro, mixtas, como el monorriel, y terrestres, como los autobuses".

El transporte público urbano sostenible

Transporte público urbano en su concepto más simple, es el que permite el desplazamiento de personas de un lugar hacia otro dentro de los límites de una ciudad. Pero en la actualidad debido a objetivos y políticas planteados por diferentes gobiernos y organizaciones, al hacer mención sobre la temática del transporte urbano se lo debe vincular con el tema de Ciudad Sostenible, que plantea que son sostenibles las ciudades en las que se permite "satisfacer las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". En base a esto, una ciudad sostenible debe fomentar la recuperación de la ciudad, controlar la expansión urbana, desarrollar una gestión sostenible de recursos

y residuos, promover la protección del patrimonio natural y cultural, y mejorar la accesibilidad y la eficiencia del transporte. Todo ello enfocándose de manera integral, dado que el transporte no es independiente de otras políticas sectoriales, es un medio para alcanzar determinados destinos y satisfacer un conjunto de necesidades.

En las ciudades, la promoción de la movilidad sostenible involucra la integración del transporte, el desarrollo de sistemas de transporte masivo, la promoción del transporte no motorizado y las políticas de manejo de demanda con la planificación urbana. El transporte en las ciudades es un factor determinante de su crecimiento económico, patrón de desarrollo y calidad de vida de sus habitantes. Una buena cobertura y calidad en la gestión del transporte son fundamentales para garantizar la movilidad de los habitantes, reducir la congestión y consolidar ciudades más densas y eficientes.

La circulación es la habilidad para que los usuarios, una vez en los vehículos de transporte público, tengan movimiento fluido dentro del resto del tráfico. Sus elementos físicos coadyuvantes son los vehículos, las vías, las intersecciones y los sistemas de control de tráfico que regulan el uso de estas infraestructuras.

Los países de América Latina y el Caribe están experimentando un proceso de urbanización similar al de los países más desarrollados, el 75% de habitantes de América Latina vive en ciudades, lo que supone un carácter tan urbano como el de Europa o América del Norte.

Finalmente, a nivel personal el proyecto nos presentó un proceso de investigación, desarrollo y esfuerzo durante todas las etapas. Mantuvimos un contacto cercano con las personas encargadas del servicio de transporte público de la ciudad, y todas nuestras mejoras escritas en este trabajo fueron anteriormente discutidas y analizadas con ese grupo de trabajo. Si bien fue un trabajo largo y difícil de llevar a cabo, nos permitió terminar de afianzar conceptos teóricos aprendidos durante toda la carrera, y aplicar las herramientas que durante años fuimos aprendiendo.

Claudio Andrés Verón (Seguridad Vial y Transportes – Argentina).
Wilter Santiago Ordoñez (Fundación SOLTRANSVIAL – Colombia).

LA ORDENANZA TDM DE SAN FRANCISCO: UNA HERRAMIENTA PARA PROMOVER OPCIONES DE VIAJE EN UN PERIODO POST-COVID

Charles Rivasplata
San José State University, San José, California, Estados Unidos. Charles.Rivasplata@sjsu.edu

RESUMEN

Esta ponencia examina la evolución y aplicación de la Ordenanza de Gestión de la Demanda de Transporte (TDM), un acto de legislación municipal de San Francisco que exige la creación de un Programa TDM en los edificios que se proponen construir. Esta Ordenanza, adoptada antes de la pandemia COVID, define los requisitos y responsabilidades de los inmobiliarios en sus edificios comerciales y residenciales. Desde 1979, San Francisco había desarrollado medidas de TDM para nuevos proyectos; sin embargo, muchos inmobiliarios no cumplían con estos requisitos. La Ordenanza TDM establece la necesidad de formular un Programa TDM a comienzos del proceso de solicitud de construcción, obligando a que cada inmobiliario escoja una serie de medidas para armar su propio Programa TDM.

La meta principal del Programa es modificar los patrones de viaje y la tendencia a depender del auto, a través de una serie de medidas TDM que crean nuevos modos de viaje. A pesar de los impactos de la reciente pandemia sobre la ciudad, se espera que cada programa ayude a que los ocupantes de los edificios escojan opciones sostenibles y económicas. Las medidas incluyen: 1) una disminución en la proporción de espacios de estacionamiento en nuevos edificios; 2) un aumento en la cantidad de casilleros y estacionamientos para bicicletas; y 3) un aumento en la disponibilidad de tarjetas inteligentes. Esta ponencia explora la implementación de esta Ordenanza y Programa TDM en otras ciudades, destacando posibles desafíos y barreras.

1. Introducción

Hoy en día, uno de los mayores desafíos urbanos es poder reducir los impactos negativos del vehículo privado. Con el aumento en la cantidad de autos a nivel mundial, no solo se ha visto un alza en el nivel de congestionamiento urbano y deterioro en la calidad de aire, sino también un serio desequilibrio entre el transporte y el uso de suelo en la ciudad.

La Gestión de la Demanda de Transporte (TDM) abarca un conjunto de herramientas de bajo costo y estrategias a corto plazo que fomentan el uso de opciones de transporte sostenible, mejoran la eficiencia del sistema de transporte y reducen la aglomeración de vehículos. TDM constituye una capa de información, programas y políticas que hacen que las opciones de transporte sostenible sean más atractivas y fáciles de usar. TDM eleva el conocimiento y la experiencia de los residentes, trabajadores y visitantes con nuevas opciones de transporte y refuerza metas de transporte más amplias (dentro de la ciudad y la región).

En concepto, un programa TDM:
Proporciona información fácilmente accesible sobre opciones de viaje sostenibles a través de interfaces de usuario efectivas;
Alienta e incentiva el cambio de modo, causando un incremento en el número de personas por vehículo;
Mejora la eficiencia del sistema de transporte mediante la gestión de la demanda de instalaciones y servicios de transporte;
Afecta y complementa el uso de suelo compacto y el uso de suelo mixto; y
Emplea precios de mercado para eliminar los costos ocultos del uso de vehículos de un solo ocupante y las barreras a los modos de transporte activo y colectivo (p. ej., a través de la gestión de estacionamiento, circulación de vehículos).

1.1 Antecedentes

San Francisco es una ciudad de aproximadamente 810.000 habitantes, ubicada dentro del Área de la Bahía (Bay Area), una región metropolitana de más de siete millones de habitantes (1). La ciudad ha sido el centro histórico y cultural de la región, con importantes instituciones financieras y gubernamentales. A pesar de la importancia de San José y Silicon Valley—un centro global de la alta tecnología—San Francisco ha mantenido su posición en la región como un importante polo comercial y turístico (ver Figura 1).

Debido a su ubicación en una península, el transporte ha hecho un importante papel en el desarrollo de la ciudad. Como muchas otras ciudades de los Estados Unidos, San

Francisco contaba con una densa red de tranvías y trenes hasta fines de la Segunda Guerra Mundial, cuando el país experimentó un importante éxodo de residentes hacia las zonas periféricas (suburbanas). Sin embargo, a diferencia de la mayoría de las ciudades de los Estados Unidos, San Francisco conservó una buena parte de su sistema de transporte público, convirtiendo algunas líneas de tranvía a autobús (2). Por consiguiente, el auge automovilista no se sintió tanto en San Francisco, donde las protestas en contra de nuevos proyectos de autopista (que atravesaban barrios residenciales) culminaron en un moratorio sobre nuevas autopistas.

Figura 1. Calle Market, Principal Corredor de San Francisco

Fuente: SFMTA

Por su parte, para contrarrestar el incremento vehicular y conservar su histórica red de transporte, la municipalidad incentivó el uso del transporte público a través de nuevas legislaciones municipales como "Transporte Publico Primero" (Transit First), aprobada en 1972. Según esta legislación, el inmobiliario tiene la obligación de diseñar proyectos que faciliten el uso del transporte público. En 1999, esta política se expandió a incluir los modos de transporte no motorizados, tales como la bicicleta y la caminata, y llegó a formar parte de la Carta Municipal (3).

En varias ocasiones, los votantes de la ciudad han apoyado políticas de transporte a favor de modos sostenibles. En 1989 y 2003, los votantes aprobaron un incremento en el impuesto de valor agregado para financiar nuevos programas de transporte sostenible. En 2014, los votantes de San Francisco aprobaron dos medidas de

financiamiento para incentivar el uso del tránsito público y construir calles más seguras (para el peatón y el ciclista) en los vecindarios de la ciudad (4).

2. Política de transporte

Históricamente, San Francisco ha sido un lugar atractivo para vivir y divertirse porque ofrece una variedad de opciones. Por consiguiente, también es un atractivo lugar para trabajar y visitar, lo que genera tensiones en la red de transporte existente. Se proyecta que la ciudad crecerá sustancialmente en los próximos 25 años: para 2040, se esperan hasta 100,000 hogares nuevos (para llegar a un millón de habitantes) y 190,000 nuevos empleos en San Francisco. Sin mejoras en la red de transporte, este crecimiento podría generar 600.000 viajes adicionales por día (5).

San Francisco enfrenta desafíos con respecto a cómo acomodar el crecimiento esperado en una península geográficamente aislada. A medida que la ciudad aumenta en densidad, el transporte y los planificadores de uso de suelo buscan soluciones para que la ciudad funcione mejor para los residentes de la región, así como para los del futuro. Debido a los costos de construir una nueva infraestructura automotora, San Francisco busca hacer más con el sistema existente, mientras se concentra en proyectos públicos de importancia, tales como el Metro Central y el Van Ness BRT (Transporte Rápido de Autobuses en Van Ness). Para tener éxito, es necesario contar con un ambicioso programa de gestión de la demanda de transporte para enfrentar el desafío de mantener la movilidad y el acceso dentro de la ciudad.

La implementación de Transit First ha apoyado la conservación de los modos sostenibles, sin embargo, su alcance ha sido limitado por el constante aumento en la oferta de trabajo, la proliferación del automóvil en algunos sectores y la construcción de nuevos edificios comerciales fuera del centro. A través del Programa de Gestión de Transporte (TMP) de 1979, el Departamento de Planificación (SF Planning) exigía la elaboración de planes TDM en nuevos edificios para controlar los impactos de aumentos en la oferta de trabajo, sobre todo en el centro de la ciudad. Este programa incluía la regulación de estos edificios a través de evaluaciones anuales. Desgraciadamente, este programa faltaba recursos y, por consiguiente, algunos edificios pudieron evitar sus responsabilidades, creando una falta de aplicación por parte de la ciudad.

Sin embargo, durante los últimos anos, la ciudad ha vuelto a poner énfasis en el cumplimento de todas clases de requisitos y responsabilidades, prometiendo una mayor cooperación entre el sector privado y el sector público y un mayor ambiente de transparencia. San Francisco ha intentado establecer un nuevo enfoque integral para abordar los desafíos del transporte.

El Programa de Transporte Sostenible (TSP) intenta mejorar y ampliar el sistema de transporte de San Francisco para acomodar el nuevo crecimiento post-COVID (ver Figura 2). Se espera que la planificación inteligente y la inversión ayuden a garantizar la seguridad y comodidad ahora y en el futuro (6). El Programa TSP está compuesto por los tres siguientes componentes:

Invest (Invertir) - mejorar el transporte para acomodar el crecimiento, donde se cobra una Tarifa de Sostenibilidad del Transporte ("TSF") a los inmobiliarios de nuevos proyectos de construcción para mejorar la capacidad y confiabilidad del transporte, así como mejorar la infraestructura para bicicletas y peatones;

Align (Alinear) - modernizar la revisión ambiental, es decir, cambiar cómo la ciudad analiza los impactos de nuevos proyectos sobre el transporte y su relación con la Ley de Calidad Ambiental de California (CEQA); y

Shift (Cambiar) fomentar viajes sostenibles, regulando la demanda en la red de transporte a través de TDM y asegurando que los nuevos proyectos faciliten el uso de modos de transporte sostenible por parte de los residentes, trabajadores y visitantes de la ciudad.

Figura 2. Programa de Transporte Sostenible de San Francisco

Fuente: SF Planning

Una de las principales herramientas de Shift es el Plan Municipal de Gestión de la Demanda de Transporte (Plan TDM), basado en la Estrategia Municipal de la Gestión

de Demanda de Transporte de 2014 (7). Este describe las políticas, proyectos y programas que San Francisco emplea para que todos los sectores tengan acceso a nuevas oportunidades. Esta tarea involucra los esfuerzos de cuatro entes: la Agencia de Transporte Municipal (SFMTA); la Autoridad de Transporte del Condado (SFCTA); el Departamento de Planificación; y el Departamento del Ambiente (SF Environment).
Para poder implementar y regular los nuevos planes TDM de los proyectos, la ciudad creó un mecanismo legislativo para obligar que los inmobiliarios se comprometan a implementar un plan TDM. Por lo tanto, en 2017, los Supervisores aprobaron la nueva Ordenanza TDM. La siguiente sección describe la Ordenanza y sus componentes.

3. Ordenanza TDM

La meta de la Ordenanza TDM es establecer un programa de gestión de la demanda de transporte que requiera que los inmobiliarios establezcan un plan TDM que incorpore estrategias para reducir los kilómetros recorridos en vehículo (VKT). Funcionarios de los cuatro entes (SF Planning, SFMTA y SFCTA) crearon un menú de medidas TDM. Cada medida vale cierta cantidad de puntos, según su eficacia (8).

3.1. Programa TDM

El Programa TDM forma parte de una iniciativa destinada a mejorar y ampliar el sistema de transporte para poder acomodar el crecimiento local y crear una situación donde la industria constructora disminuya el impacto del proyecto sobre el sistema de transporte. Esto incluye ayudar a pagar el mejoramiento del sistema (6).

A cada nuevo proyecto se le asigna una meta (cierto puntaje), basado en el uso de suelo y oferta de estacionamiento vehicular. Para alcanzar la meta, los inmobiliarios escogen una combinación de medidas (que suman a esa meta) de un Menú TDM de ocho temas. Sumando más de 25 medidas en total, este menú ofrece opciones para que el inmobiliario alcance la meta que le corresponda. Las medidas del Menú TDM intentan reducir el número de viajes motorizados de un solo ocupante y los VKT (6).

El Menú TDM de San Francisco incluye algunas de las mismas medidas anteriormente identificadas por la ciudad. En la parte inferior de la escala (Figura 3) hay medidas de un punto, como la instalación de un sistema de la señalización, o pantallas de información. En la parte superior (10 puntos), las opciones incluyen una reducción en la oferta de estacionamientos y subsidios para el uso de transporte público.

La implementación del Plan TDM es responsabilidad del inmobiliario y el eventual dueño del nuevo edificio. Sin embargo, este tiene la opción de ser miembro de la Transportation Management Association (TMA), una asociación de edificios que

colectivamente (y con las tarifas pagadas por sus miembros) ofrece ayuda profesional a sus miembros para que cumplan con sus Planes TDM.

Figura 3. Escala de Valores de las Medidas TDM

Fuente: SFMTA

A cada medida del Menú TDM se le asigna un valor (puntaje) basado en la eficacia relativa de cada medida con respecto a otras medidas en términos de reducción de VKT. El sistema de puntaje aprobado por los cuatro entes municipales está basado en una revisión de la literatura disponible, la recopilación de datos locales, la investigación de mejores prácticas y las opiniones profesionales de expertos en transporte. También se proporciona una cantidad máxima de puntos para ciertas categorías en el menú TDM (6).

Algunas medidas de TDM, como el uso de los casilleros de bicicletas, las duchas para ciclistas y las tarifas de estacionamiento, ya estaban incluidas en el código de planificación de la ciudad. Pero en general, las cosas solo se incluían en proyectos de manera voluntaria o como mitigación después de una revisión ambiental. Ahora, los nuevos proyectos tienen que incorporar medidas TDM para que sean aprobados por SF Planning. Esto hace que los inmobiliarios estudien las diferentes opciones. Por ejemplo, si uno tiene una meta de 20 puntos, ¿es prudente proporcionar 50 espacios de estacionamiento, o es mejor disminuir la oferta a 25 espacios de estacionamiento porque la meta se baja? Cada inmobiliario tiene que medir los costos y beneficios de estas opciones por adelantado e integrarlo en el proyecto desde un comienzo.

Las ciudades de Boulder, Cambridge y Los Ángeles también tienen Ordenanzas TDM, pero sus políticas se han aplicado principalmente a proyectos comerciales y de oficinas (9). En cambio, con el apoyo del Código de Planificación de San Francisco, la Ordenanza se aplica a todos los nuevos edificios de cierto tamaño (más de nueve unidades en edificios residenciales o más de 930 metros cuadrados en edificios comerciales o institucionales). Además, la Ordenanza de San Francisco exige que los inmobiliarios se comprometan en apoyar e incentivar el uso del transporte público entre los ocupantes de su edificio. En Los Angeles, en el próximo año se espera ampliar su ordenanza a incluir edificios residenciales (9).

3.2 Objetivos y beneficios de la Ordenanza

Como todas las otras ordenanzas municipales de San Francisco, esta Ordenanza TDM es una especie de norma jurídica. Por lo tanto, intenta lograr algunos de los siguientes objetivos (abajo).

3.2.1 Objetivo: mantener la movilidad

El objetivo del Programa TSP es mantener cierto nivel de movilidad mientras la ciudad sigue creciendo. El componente Shift del Programa TSP se desarrolló en torno al deseo de minimizar el impacto de la nueva construcción sobre el transporte urbano. La herramienta principal de Shift es la Ordenanza TDM, puesto que esta puede cumplir un principal objetivo: mejorar la movilidad personal, centrándose en una reducción en los viajes motorizados de un solo ocupante y una reducción en el total de VKT.

Debido a sus limitaciones geográficas, la ciudad no puede acomodar un aumento sustancial de vehículos. Por lo tanto, la Ordenanza TDM reduce los impactos de crecimiento en el sistema de transporte vehicular al reducir los VKT de nuevos residentes, empleados y visitantes. Una reducción en los VKT puede ser el resultado de un cambio a otros modos de transporte; un aumento en las tazas de ocupación de los vehículos (viajes compartidos; o una reducción en los tiempos de viaje.

3.2.2. Beneficio secundario: mejores resultados ambientales.

Una reducción en el porcentaje de viajes en vehículos de un solo ocupante y una reducción en los VKT—generados por la construcción de un nuevo proyecto—pueden traer mejores condiciones ambientales. Por cada kilómetro que se maneja, los vehículos emiten un importante flujo de contaminantes.

A pesar de los avances tecnológicos, el sector de transporte todavía contribuye al deterioro ambiental. El sector de transporte representa el 36 por ciento de las

emisiones de gases de efecto invernadero en California, el 37 por ciento de las emisiones en la región de San Francisco y el 40 por ciento de las emisiones en la ciudad de San Francisco (8). El sector de transporte también emite otros contaminantes. Por ejemplo, este sector contribuye el 83 por ciento de las emisiones de óxidos de nitrógeno en California, un precursor del ozono, un principal criterio (10).

3.2.3 Beneficio secundario: mejor salud y seguridad pública

Al reducir el porcentaje de viajes en vehículos con un solo ocupante y el número de VKT—dos cifras comúnmente generadas por la construcción de un nuevo proyecto—es factible mejorar el estado de la salud pública y la seguridad. La salud pública se mejora cuando se realizan viajes por modos activos, es decir, viajes realizados por personas que caminan y andan en bicicleta, pues estos no emiten contaminantes. La Ordenanza TDM incluye varias medidas que los inmobiliarios pueden escoger. Por lo tanto, reducir los VKT generalmente mejora la seguridad vial.

3.2.4 Beneficio secundario - mejor proceso de revisión de desarrollo y proyectos

La Ordenanza TDM también proporciona más certeza y flexibilidad a los nuevos inmobiliarios. Cuando comienza el proceso, cada inmobiliario conoce la meta de su plan TDM antes de enviar su solicitud. Tal como fue diseñado, la legislación también proporciona flexibilidad al inmobiliario en la elaboración de un plan TDM que mejor se adapte a las necesidades de su proyecto.

Las opciones de transporte ofrecidos por los nuevos proyectos que desarrollan un plan TDM se convierten en beneficios para los ocupantes (dueños e inquilinos) del edificio. Los anuncios inmobiliarios regularmente promocionan el acceso a transporte público ofrecido por el proyecto, junto a las instalaciones para bicicletas. Las medidas TDM que se incorporan en el diseño de un proyecto brindan servicios operativos que se consideran beneficios porque mejoran la comodidad y crean opciones de viaje.

Además, en los análisis de la revisión ambiental del proyecto, se toma en cuenta los impactos sobre la calidad del aire, los gases de efecto invernadero y los análisis de CEQA. El esfuerzo por implementar TDM como una forma de reducir los VKT también es consistente con los recientes cambios a CEQA, de acuerdo con la Ley No. 743 del Senado de California (11).

4. Impactos

La Ordenanza efectivamente convierte nuevos edificios en laboratorios de demanda de transporte. Después de aprobar un Plan TDM, los funcionarios regulan estos documentos, haciendo encuestas a residentes y trabajadores del edificio para ver patrones de viaje por distintos modos. Además de revelar cómo se comparan los patrones de viaje en edificios regulados con los patrones en edificios no regulados, los datos también ayudan a establecer objetivos de sostenibilidad.

Esta Ordenanza fue adoptada en 2017, su implementación comenzó a fines de ese año y se hizo una evaluación del Programa en 2018. Esta informó sobre el primer año de implementación del Programa y propuso algunos cambios para aclarar los requisitos de implementación. Sin embargo, debido a la pandemia, en 2021 la Comisión de Planificación aprobó por unanimidad enmiendas sustanciales a los Estándares del Programa TDM para crear una opción de Plan TDM Limitado para ciertos proyectos residenciales de baja densidad, aclarar los requisitos para proyectos construidos en múltiples fases y realizar otras pequeñas enmiendas. Por consiguiente, en 2024 o 2025, se espera tener datos para realizar un nuevo análisis.

Por lo tanto, es posible ver otros casos. La ciudad de Cambridge en Estados Unidos estableció una Ordenanza en 1998 y ha hecho estudios de evaluación. En Cambridge, la Ordenanza de Estacionamiento y TDM (PTDM) requiere que los proyectos reduzcan la tasa de motorización en un 10 por ciento por debajo de la tasa actual. Cada año, los proyectos comerciales presentan un plan TDM: los con más de 20 espacios de estacionamiento deben reservar el 10 por ciento de éstos para vehículos de alta ocupación (HOV) y construir el mismo número de espacios para bicicletas (12).

Con la implementación de la Ordenanza PTDM, se ha notado un cambio en el tamaño de las playas de estacionamiento, se ha visto menos tráfico generado por los proyectos regulados, la calidad del aire se ha mejorado notablemente y la ciudad ha experimentado alzas en el uso diario de la bicicleta y el transporte público.

De la misma manera, la Ordenanza de Zonificación de la Ciudad de South San Francisco (dentro del Bay Area) aborda medidas de TDM para las nuevas construcciones no residenciales que estiman generar 100 viajes diarios. Todos los inmobiliarios sujetos a esta zonificación deben implementar medidas de TDM que demuestren una reducción en el número de viajes y una partición de modos alternativos del 28 por ciento o más. No obstante, cada ciudad es diferente y, por lo tanto, en San Francisco los impactos no son los mismos que en Cambridge, o South San Francisco. A pesar de la pandemia, San Francisco sigue siendo un principal centro de empleo. Además, los modos emergentes,

como “ridesourcing” (Uber, Lyft, etc.) y los “shuttles” (pequeños buses de enlace), han llegado a dominar el mercado en los últimos años y será necesario tomarlos en cuenta.

5. Conclusiones y recomendaciones

Mientras la Ordenanza TDM de San Francisco promete cambiar los patrones de los residentes y diseminar importante información sobre la red de opciones de viaje para residentes y trabajadores, solo el tiempo determinara los principales beneficios. En el futuro, podremos confirmar, por ejemplo, si hay una alta afluencia de pasajeros en barrios de alta densidad, o si el programa gratuito de bicicletas ha generado una reducción del X por ciento en los VKT (en comparación con otros vecindarios). Mientras un aumento en la construcción nos indicará el nivel de presión que este ejerce sobre las redes y la infraestructura, debido a la pandemia, es probable que la construcción tenga una lenta recuperación. Tendremos que ver cuántos usuarios del sistema de transporte vuelven a sus antiguos patrones de viaje. Sin embargo, la Ordenanza TDM seguirá beneficiando a los que viven o trabajan en la ciudad.

Durante mucho tiempo, la práctica de estimar impactos de construcción ha tomado vuelo. San Francisco quiere extraer datos positivos de la Ordenanza TDM, para que sea un ejemplo en el mundo del transporte. La Ordenanza seguirá exigiendo que los edificios contribuyan a un futuro sostenible. Además, podemos pasar de las suposiciones sobre la movilidad de los residentes y trabajadores--ejemplificadas por los antiguos requisitos de estacionamiento--a los objetivos respaldados por la investigación, conforme con las tendencias de "ciudades inteligentes" (y también con la cultura urbana infundida por la tecnología del Bay Area).

Finalmente, se espera que otras ciudades hagan uso de los resultados de TDM para hacer su propia planificación y desarrollar programas basados en un plan. San Francisco podría ser el protagonista de una crisis nacional de vivienda asequible, pero también podría ofrecer un modelo para solucionar al menos uno de los problemas que se derivan de ello.

6. Referencias Bibliográficas

United States. Bureau of the Census (2022). *Quick Facts: San Francisco County*. Recuperado de: https://www.census.gov/quickfacts/fact/table/sanfranciscocountycalifornia,CA,US/PST045217 (Fecha de Recuperación: 4 de enero de 2024)

Rivasplata, C., and P. Albert (1998). San Francisco’s Transit First Policy at 25: What Role Has TDM Played in Its Implementation? *Proceedings of the ACT 1998 International Conference,* San Francisco.

City and County of San Francisco. City Charter (2007). *Transit First Policy. Sec. 8A. 115.* *https://codelibrary.amlegal.com/codes/san_francisco/latest/sf_charter/0-0-0-785* (Fecha de Recuperación: 25 de noviembre de 2023)

San Francisco County Transportation Authority (2014). *Annual Report.*

San Francisco County Transportation Authority (2013). *San Francisco Transportation Plan 2040, Appendix B: Needs Analysis White Paper.*

San Francisco Planning Commission (2021). *TDM Program Standards and Measures.*

San Francisco Municipal Transportation Agency (2017). *San Francisco TDM Plan: 2017-2020.*

San Francisco Planning Department (2017). *Transportation Demand Management Ordinance.* Executive Summary.

City of Los Angeles (1993). *Transportation Demand Management Ordinance.* http://www.busadvocates.org/articles/transitfriendly/LosAngeles1.pdf (Fecha de Recuperación: 21 de octubre de 2023)

California Air Resources Board (CARB) (2017). *Criteria Pollutant Emission Inventory Data.* https://ww2.arb.ca.gov/criteria-pollutant-emission-inventory-data

(Fecha de Recuperación: 28 de noviembre de 2023.)

California Governor's Office of Planning and Research (2013). *Transportation Impacts (SB 743).* https://opr.ca.gov/ceqa/sb-743/ (Fecha de Recuperación: 4 de diciembre de 2023)

City of Cambridge (s.f.). *Parking and Transportation Demand Management Ordinance*. Community Development Department. Recuperado de: http://www.cambridgema.gov/CDD/Transportation/fordevelopers/ptdm.aspx (Fecha de Recuperación: 18 de diciembre de 2023)

MODELO DE RED DE TRANSPORTE MASIVO BASADO EN ESTUDIOS DE ESPACIOS DE ACTIVIDAD Y MOVILIDAD COTIDIANA PARA LA FOMENTAR LA MOVILIDAD URBANO SOSTENIBLE EN EL AREA METROPOLITANA DE AREQUIPA

Cinthya Butrón Revilla
Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. cbutron@ucsm.edu.pe

Alejandra Carrillo Pinto
Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. acarrillo@ucsm.edu.pe

Raúl Javier Damiani Najarro
Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú. rdamiani@ucsm.edu.pe

RESUMEN

El uso intensivo de transporte motorizado, el aumento del número de viajes, la mayor diversidad de motivos de desplazamiento, y los recorridos cada vez más largos han creado una situación poco sostenible, tanto a nivel social como ambiental. Por lo tanto, las ciudades en general y en especial sus áreas metropolitanas enfrentan un fenómeno multivariado de desplazamientos cotidianos siendo indispensable estudiar los diferentes comportamientos de movilidad cotidiana de los ciudadanos y sus niveles de espacios de actividad. En este sentido, esta investigación tiene el objetivo de diseñar el modelo de la red de transporte masivo de un sector específico del área metropolitana de Arequipa basado en estudios de espacios de actividad y movilidad cotidiana para fomentar la movilidad urbana sostenible. El objetivo de esta investigación se resuelve desde una metodología mixta establecida en tres fases: (i) caracterización del área de interés a través del reconocimiento de los ejes de articulación de transporte masivo (ii), identificación de los patrones de movilidad urbana, (iii) diseño del modelo de red de transporte masivo para un área específica. La aplicación de esta metodología evidencia el impacto del uso de datos libres en los estudios de movilidad urbana sobre todo en la fase del diagnóstico.

PALABRAS CLAVE Movilidad Urbana, Metropolitana, Red de transporte masivo

1. Introducción

El uso intensivo de transporte motorizado, el aumento del número de viajes, la mayor diversidad de motivos de desplazamiento, y los recorridos cada vez más largos han creado una situación poco sostenible, tanto a nivel social como ambiental. Por lo tanto, las ciudades en general y en especial sus áreas metropolitanas enfrentan un fenómeno multivariado de desplazamientos cotidianos. El objetivo 11 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) denominado ciudades y comunidades sostenibles plantea realizar actividades vinculadas al transporte y las comunicaciones sustentadas desde el desarrollo de planes y proyectos que involucren redes de transporte masivo que no sólo generen el desarrollo de la ciudad sino el engrosamiento económico de las urbes. Si bien, los sistemas masivos de transporte juegan un papel fundamental para abarcar el tema de la movilidad, también se tiene en cuenta que los servicios de transporte generan empleo y poder adquisitivo. Lo cual, es un factor importante para el desarrollo económico y para el avance en cuanto a las infraestructuras de las ciudades.

La ciudad de Arequipa de acuerdo a su desarrollo orgánico no planificado se organiza en forma radial esta estructura es una de las causas de los problemas de comunicación entre los sectores de la ciudad, debido a que, para moverse de uno a otro, se tiene que pasar obligatoriamente por el centro de la ciudad, generando congestiones. Además, según el estudio realizado por la UCSM a través del proyecto Transporte Masivo Tren Urbano Arequipa del año 2016, existe en la actualidad un incremento exponencial del parque automotor siendo este del 200 % entre el 2009 al 2019, pasando de 111,000 a 312,000 vehículos. Dicho crecimiento se ha convertido en un reto que impacta de manera directa en la economía y salud de la población siendo de manera primordial la creación y gestión de nuevas alternativas de transporte menos contaminantes y que cubran la demanda actual y su proyección.

El objetivo de esta investigación se resuelve desde una metodología mixta organizada en tres fases: (i) caracterización del área de interés a través del reconocimiento de los ejes de articulación de transporte masivo, a través de la primera fuente de datos denominada: proyecto de Transporte Masivo Tren Urbano Arequipa del año 2016 , PTM-TEA – 2020 en adelante, (ii) la identificación de los patrones de movilidad urbana, a través de dos fuentes de datos encuestas de movilidad y conteo de flujo utilizando aplicativos móviles de datos libres, (iii) diseño del modelo de red de transporte masivo para un área específica. La estructura de esta investigación se fundamenta en el marco teórico donde se toman en cuenta tres áreas de conocimiento relacionadas con la movilidad urbana, la metodología, los resultados y las discusiones y conclusiones. Cabe destacar que la principal contribución de esta metodología está centrada en entender la realidad de la movilidad urbana en las áreas metropolitanas, a partir del análisis de

variables objetivas comunes, que permiten profundizar en el contexto para realizar estudios más precisos.

2. Marco teórico

2.1. Patrones de movilidad en áreas metropolitanas

Los patrones de movilidad en áreas metropolitanas se refieren a las tendencias de desplazamiento de las personas dentro de estas zonas. Los estudios muestran que los factores que influyen en estos patrones incluyen el desarrollo territorial, el sistema de transporte, y las actividades urbanas. (Krüger, R., 2010). Por ejemplo, en el Área Metropolitana de Buenos Aires, se ha observado un notable crecimiento de las actividades suburbanas, lo que ha dado lugar a diferentes patrones de movilidad, caracterizados por la utilización preferente del automóvil particular. Asimismo, investigaciones en áreas metropolitanas como las de Buenos Aires o Guadalajara evidencian notable crecimiento de actividades ya sea analizando datos relacionados a la preferencia del automóvil o los patrones de movilidad de las mujeres (Suárez-Lastra, M., & Delgado-Campos, J., 2010; Krüger, R., 2010). Por lo tanto, los estudios de patrones de movilidad son relevantes para la planificación urbana y el diseño de políticas que busquen mejorar la movilidad en dichas áreas.

El diseño de patrones de movilidad en áreas metropolitanas presenta varios desafíos. Uno de los principales es la complejidad de los sistemas de transporte y la necesidad de coordinar diferentes modos de transporte, como el transporte público, el automóvil particular, la bicicleta y los peatones. Martínez, L. (2022). Por otro lado, se presentan desafíos como la necesidad de reducir la congestión del tráfico y las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que requiere la promoción de modos de transporte más sostenibles y la implementación de políticas de transporte inteligentes, Además, la planificación de la movilidad debe tener en cuenta la diversidad de necesidades de los usuarios, incluyendo personas con discapacidades, personas mayores y niños. (Agüero Valverde, J., Pujol Mesalles, R., & Pérez Molina, E. ,2021). Finalmente, la implementación de políticas de transporte y movilidad requiere la cooperación y coordinación entre diferentes niveles de gobierno y actores relevantes, incluyendo empresas de transporte, organizaciones de la sociedad civil y la ciudadanía en general.

2.2. Sistemas masivos de transporte juegan un papel fundamental para abarcar el tema de la movilidad urbana

Los sistemas masivos de transporte juegan un papel fundamental en la movilidad urbana sostenible. Estos sistemas, como los metros, trenes ligeros y autobuses, ofrecen

una alternativa sostenible al uso del automóvil particular y pueden trasladar a un gran número de personas de manera eficiente y económica. Pardo, C. F.,2009). Además, los sistemas de transporte masivo pueden reducir la congestión del tráfico y las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que contribuye a mejorar la calidad del aire y reducir el impacto ambiental (Londoño Román, A., & Ramírez Valencia, V., 2019). Sin embargo, el diseño y la implementación de estos sistemas presentan desafíos, como la necesidad de coordinar diferentes modos de transporte y la equidad en el acceso al transporte (Jiménez, J. J., Vallejo, A. Á., de Hoyos Martínez, J. E., & Arellano, L. I. S., 2010). Y de la movilidad.

2.3. Diseño de un Modelo de Red de transporte Masivo

Se considera que la movilidad urbana es el resultado de un conjunto de políticas de transporte y circulación que busca proporcionar el acceso amplio y democrático al espacio urbano, a través de la priorización de los modos no motorizados y colectivos de transporte, de forma efectiva, socialmente inclusiva, ecológicamente sostenible, basado en las personas y no en los vehículos. (Boareto, 2003, p. 49).Se han evidenciado buenas prácticas urbanas donde la inserción de sistemas de transportes masivos, ha beneficiado la movilidad y favorecido el mejoramiento de la calidad de los espacios públicos, convirtiendo a muchas ciudades en un referentes urbano de transporte planificado y eficiente, sostenible con la priorización del peatón, del ciclista y del transporte público, y se plantea como objetivo principal el favorecer la inter modalidad y la integración de estos modos de transporte (Tanikawa-Obregón y Paz-Gómez, 2021). El caso de estudio a la realidad sudamericana, Santiago de Chile es uno de los mayores ejemplos en aplicar iniciativas que favorecen los modos activos de movilidad. La estrategia de aumentar el ancho de las aceras, eliminado el estacionamiento de automóviles y reduciendo el ancho del pavimento, obtuvo numerosos premios que antes habían sido otorgados a ciudades desarrolladas como Nueva York, Londres y París (Herrmann- Lunecke, Mora y Sagaris, 2020).

3. Metodología

3.1. Caso de estudio Arequipa metropolitana y el transporte público masivo

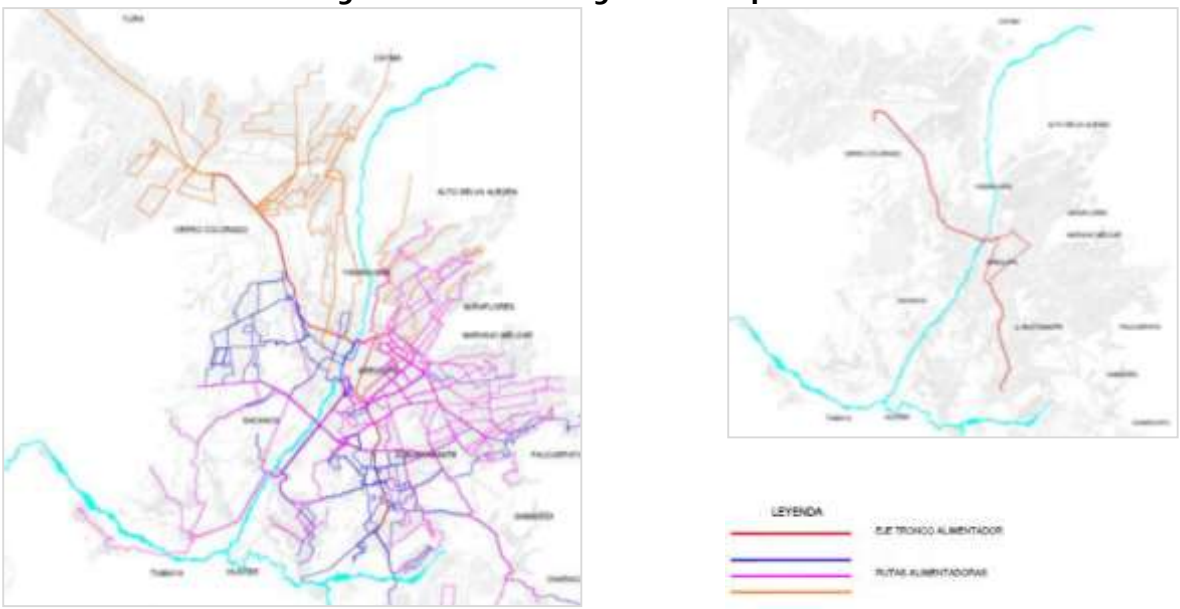
El área de estudio es la ciudad de Arequipa, la cual es la segunda zona urbana más poblada del Perú, con más de un millón de habitantes y una tasa de crecimiento anual del 2,3%. (Aguilar-Ruiz, J. S., Pauca-Quispe, D. C., Butrón-Revilla, C., Suarez-López, E., & Aranibar-Tila, K., 2022). La provincia de Arequipa esta política y administrativamente conformada por 29 distritos, 19 de los cuales tienen categoría de metropolitanos. El Area Metropolitana de Arequipa cuenta con el Plan de Desarrollo Metropolitano 2016-

2025, (PDM 2016-2025) en el que se proyecta una ciudad tipo red, promoviendo la articulación urbana, la transitabilidad y el uso del transporte multimodal sostenible, desconcentrando el área central y consolidando nuevas centralidades distritales. Cabe destacar que todas las propuestas del PDM 2016-2025 en materia de vialidad y transporte tienen como criterio principal la potenciación del transporte público, previendo en todos los nuevos ejes viales plataformas reservadas o carriles específicos para transporte público.

Entre los años 1984 y 2020, la ciudad de Arequipa ha ampliado su zona urbana en 208 km2 (de 67.8 km2 a 275.8 km2), con reducción de las áreas verdes, especialmente en los distritos del cono norte (Arela-Bobadilla, R., Riesco-Lind, G., Chávez, G.,2021). Además, entre 2013 y 2022, el parque automotor en Arequipa ha experimentado un crecimiento significativo del 144%, donde el 80% son vehículos livianos particulares y el 20% son pesados y de transporte público. Como consecuencia la movilidad llega a ser insostenible, y está dirigida y priorizada al automóvil particular. (Proyecto sobre el Transporte Masivo - Tren eléctrico de Arequipa, Universidad Católica de Santa María, 2020). En este sentido diversas investigaciones (Kamran, Farhan, Shujaat y Shah, 2019; Obregón-Biosca y Betanzo-Quezada, 2015) resuelven estos desafíos desde la necesidad de plantear un modelo de movilidad eficiente y adecuado que responda a las necesidades de la población y la estructura urbana específica para lograr un sistema accesible que facilite la realización de las actividades propias de las urbes.

Sin embargo, el rápido crecimiento urbano, la ausencia de una planificación interconectada, refleja congestión vehicular, baja calidad en los servicios de transporte, falta de accesibilidad al transporte público, espacios inapropiados para peatones y ciclistas, así como también impactos en el medio ambiente. Sumado a esto, según el PTM-TEA 2020, la estructura planificada en movilidad y transporte de la ciudad es radio céntrica. Se soporta en cuatro categorías de vías, las vías troncales (Eje tronco alimentado), que permiten el traslado de la población desde las áreas intermedias y periféricas a los centros de actividad ubicados dentro del área metropolitana, estas vías de carácter longitudinal se articulan entre sí, mediante vías colectoras y articuladoras Rutas, y estas se complementan con vías locales (Figura 1). Esta estructura radio céntrica en los últimos años ha reflejado un ineficiente sistema de transporte público con demandas insatisfechas.

Figura 1. Sistema integral de transporte SIT

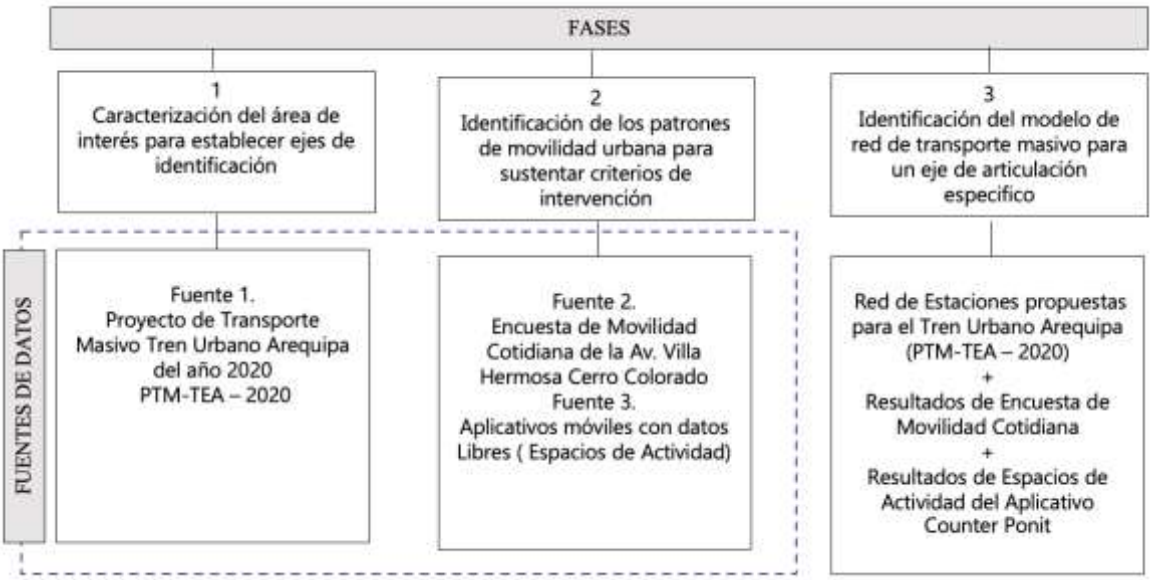


Fuente: Los autores con información de PTM-TEA 2020

3.2. Materiales y métodos

El objetivo de esta investigación se resuelve desde una metodología mixta establecida en tres fases con tres fuentes de datos: La primera se fundamenta en la caracterización del área de interés. En esta primera fase se utiliza la fuente de datos PTM-TEA 2020, a través del reconocimiento de los ejes de articulación de transporte masivo. La segunda fase denominada identificación de los patrones de movilidad urbana, se implementa con dos fuentes de datos, la primera desde la encuesta de movilidad realizad en la avenida Villa Hermosa, siendo esta una de las vías importantes de la red de troncales, dicha encuesta es complementada con fuentes de datos libre utilizando el aplicativo móvil counter point. De esta manera, los resultados evidenciados respecto a los patrones de movilidad evidencian mayor especificación. La tercera fase se fundamente en las tres fuentes de datos anteriores para contrastar las estaciones del Tren Eléctrico propuestas por el PTM-TEA 2020 y los resultados de los patrones de movilidad.

Figura 2. Metodología para el diseño de una red de transporte masivo basado en estudios de espacios de actividad y movilidad cotidiana

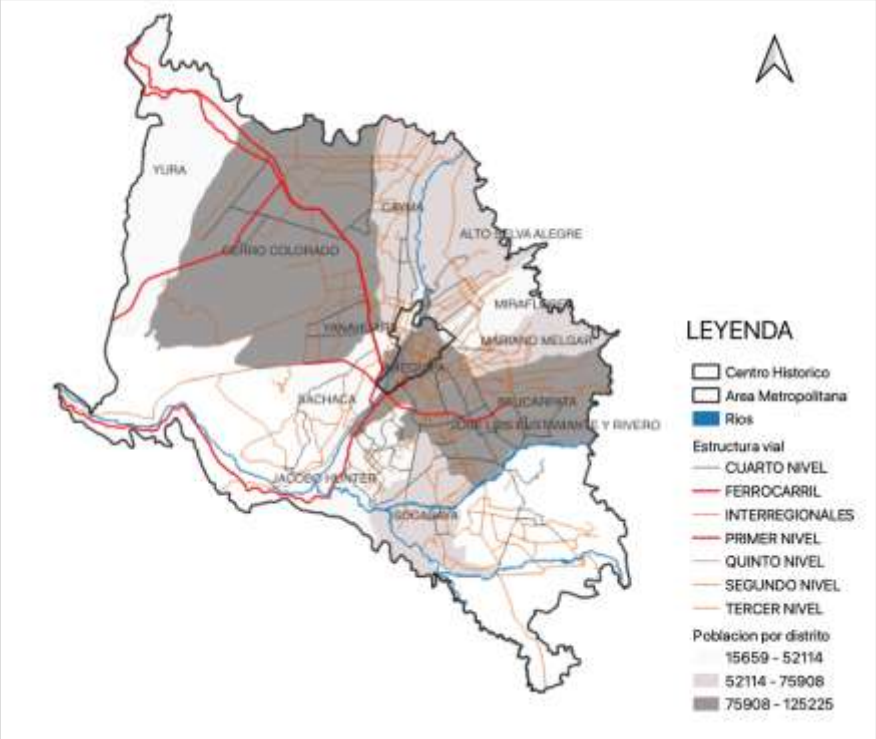


Fuente: Los autores

4. Resultados

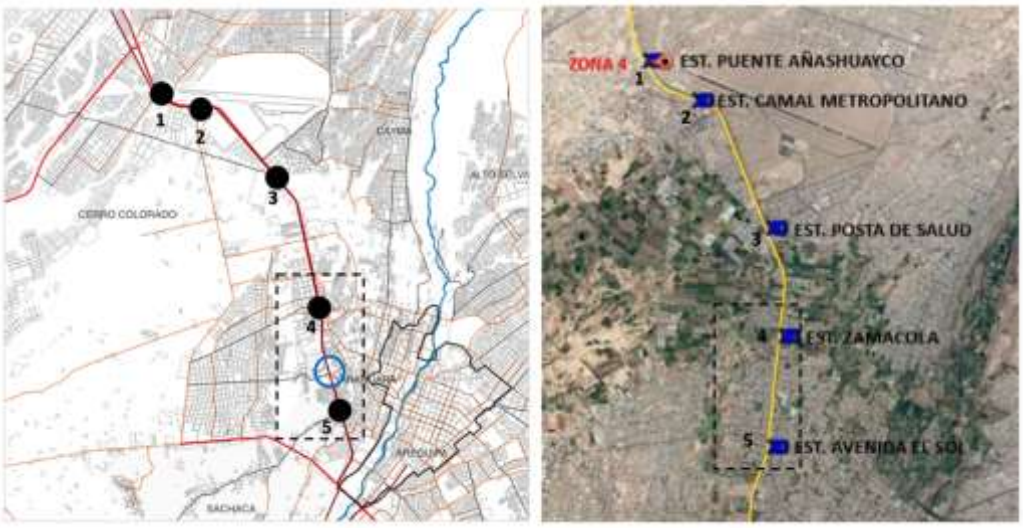
En esta sección se evidencian los resultados de cada fase. Los resultados de la primera fase denominada caracterización del área de interés para establecer ejes de identificación configura el espacio específico donde se realizará la identificación de patrones de movilidad, mediante el trabajo de campo. Como se puede observar en la Figura 3, la estructura vial de la ciudad de Arequipa tiene cinco categorías de vías. Las vías de primer nivel contienen en un tramo extenso a la vía del ferrocarril, la cual atraviesa el distrito de Cerro Colorado, siendo este uno de los distritos con mayor crecimiento poblacional. Estas dos características son fundamentales para identificar el eje general de intervención. Seguido de esta caracterización, se toman en cuenta las estaciones propuestas por el estudio PTM-TEA 2020 para identificar el eje de intervención especifico el cual se configura entre la estación denominada Zamacola y la Estación Villa el Sol, puesto que en este tramo es evidente que no se ha considerado una estación intermedia, la cual viene de la plaza central del distrito. Ver Figura 4.

Figura 3. Identificaciones del eje de intervención general



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Identificación del eje de intervención especifico.



Fuente: Elaboración propia

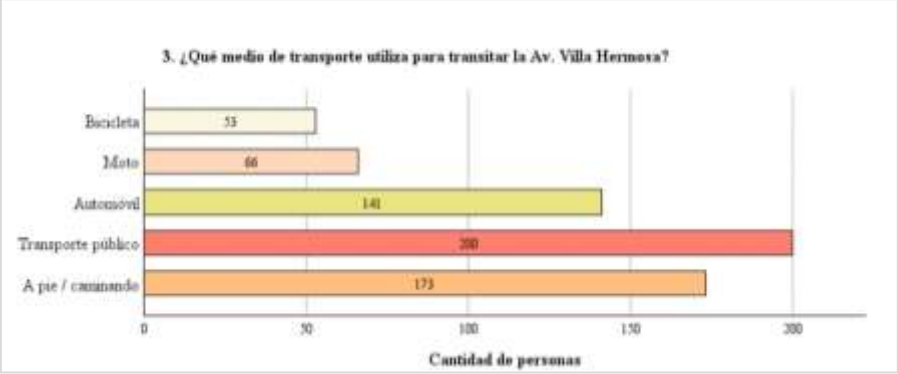
Como segundo resultado se tiene la identificación de los patrones de movilidad urbana para sustentar criterios de diseño de proyectos de transporte masivo. La primera fuente de datos corresponde al uso del aplicativo móvil Counter Point, el cual permitió medir la frecuencia y caracterización de los espacios de actividad generados en las intersecciones planteadas por el estudio de PTM-TEA 2020 (Figura 5). La segunda fuente de datos corresponde a la encuesta de movilidad cotidiana, la cual evidencia

que el medio de transporte más utilizado en el sector de estudio específico denominado Av. Villa Hermosa es el transporte público. (Figura 6).

Figura 5. Ubicación de puntos de levantamiento de información con el aplicativo counter point en la av. Villa hermosa.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Tesis de Grado Gallegos Vera, R A., & Pino Ilachoque, E. A. (2023).

Figura 6 resultados de la encuesta de movilidad cotidiana realizada en la av. Villa hermosa.



Fuente: Elaboración propia con datos de la Tesis de Grado Gallegos Vera, R A., & Pino Ilachoque, E. A. (2023).

5. Discusión y Conclusiones

Este documento permite la identificación de las áreas de interés estableciendo una apreciación en la Zona Metropolitana estudiada, la cual se encuentra en pleno proceso de desarrollo; a través del análisis de la información estadística y la percepción de los usuarios mediante las encuestas realizadas, por ello la deficiencia en transporte ante la densidad poblacional creciente, con carencias en la cobertura, tiempos de traslado, eficiencia y calidad del servicio, que, evidentemente, afectan a la población en general. Además, debido al crecimiento significativo de la población y a la conurbación con otros distritos el problema de transporte se agrava siendo urgente una notoria necesidad de planificación territorial y poblacional, que a su vez implica la planificación en movilidad urbana dentro de la zona metropolitana de la Ciudad de Arequipa.

La recopilación de información específica a través de sistemas digitales ha permitido observar que los distritos densamente poblados, requieren de una distribución de vías que permita satisfacer las necesidades de la población y el estudio propuesto permite observar que existe la necesidad de planificar mejor las estaciones de movilidad urbana, con apoyo de sistemas digitales, que permitan el acceso a información más exacta y acorde a la realidad.

Los estudios revelan que los patrones de movilidad en áreas metropolitanas están fuertemente influenciados por el desarrollo territorial, el sistema de transporte y las actividades urbanas. La comprensión de estos patrones es crucial para la planificación urbana y la formulación de políticas que busquen mejorar la movilidad en estas áreas, por lo tanto, el diseño de patrones de movilidad en áreas metropolitanas enfrenta desafíos significativos, incluyendo la complejidad de coordinar diversos modos de transporte y la necesidad de promover opciones más sostenibles. Los resultados preliminares destacan la necesidad de intervención específica en ciertos ejes y la importancia del transporte público en la zona de estudio.

En relación con los casos de estudio de transporte mencionados, es necesario puntualizar que debe adoptarse un enfoque integrado, ya que ninguna solución individual podrá resolver problemas de transporte en la ciudad de Arequipa u otra en vías de desarrollo. Por tanto, se necesita actuar coordinadamente con los agentes e instituciones sobre las infraestructuras, las innovaciones tecnológicas, la regulación de los servicios, la sostenibilidad, la competencia entre operadores y la gestión de mantenimiento de las condiciones en que se prestan los servicios.

La investigación en Arequipa basada en una metodología mixta, utilizando fuentes de datos como PTM-TEA 2020, encuestas de movilidad y aplicativos móviles para caracterizar la movilidad urbana y proponer un modelo de red de transporte masivo,

muestra la importancia de la incorporación de la tecnología y nuevas formas de estudiar el transporte urbano para establecer soluciones científicas a problemas actuales de la población.

6. Referencias Bibliográficas

Agüero Valverde, J., Pujol Mesalles, R., & Pérez Molina, E. (2021). Patrones de movilidad en transporte público en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica: desafíos e impactos.

Herrmann-Lunecke, M. G., Mora, R., & Véjares, P. (2020). Identificación de elementos del paisaje urbano que fomentan la caminata en Santiago. Revista De Urbanismo, (43), 4–25.

Aguilar-Ruiz, J. S., Pauca-Quispe, D. C., Butrón-Revilla, C., Suarez-Lopez, E., & Aranibar-Tila, K. (2022). Land use identification through social network interaction. Applied Sciences, 12(17), 8580.

Arela-Bobadilla, R., Riesco-Lind, G., Chávez, G. (2021). Una mirada a la expansión de la ciudad de Arequipa en los últimos 40 años. Informe del Centro de Estudios en Economía y Empresa. Universidad Católica San Pablo.

Gallegos Vera, R A., & Pino Ilachoque, E. A. (2023). Revitalizacion Urbana mediante la integraacion del equipamiento urbano al espacio publico, intervención en la avenida villa Hermosa, Cerro Colorado. Repositorio Virutal de Tesis de Grado de la Universidad Catolica de Santa Maria.

Instituto Municipal de Planeamiento de Arequipa (2016). Plan de Desarrollo de Arequipa. Disponible en http://impla.gob.pe/publicaciones/pdm-2016-2025/

Jiménez, J. J., Vallejo, A. Á., de Hoyos Martínez, J. E., & Arellano, L. I. S. (2010). Transporte y Movilidad en el Marco de la Sustentabilidad y Competitividad de la Ciudad Posmoderna. Quivera. Revista de Estudios Territoriales, 12(1), 70-76.

Kamran M., Farhan A. , Shujaat S., Shah A. (2019). Una evaluación del sistema de transporte urbano sostenible en Pakistán.

Krüger, R. (2010). Diferentes patrones de movilidad en el Área Metropolitana de Buenos Aires. Una perspectiva desde las urbanizaciones suburbanas. Scripta Nova: revista electrónica de geografía y ciencias sociales.

Londoño Román, A., & Ramírez Valencia, V. (2019). Sistemas masivos de transporte y sus efectos en la sostenibilidad y la innovación en América Latina.

Martínez, L. (2022). Gobernanza de áreas metropolitanas y desafíos de la electromovilidad.

Pardo, C. F. (2009). Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivo en las principales ciudades de América Latina.

Paz-Gómez, D. & Tanikawa-Obregón, K. (2021) El peatón como base de una movilidad urbana sostenible en Latinoamérica: una visión para construir ciudades del futuro. Boletín de Ciencias de la Tierra, núm. 50, pp. 33-38.

Suárez-Lastra, M., & Delgado-Campos, J. (2010). Patrones de movilidad residencial en la Ciudad de México como evidencia de co-localización de población y empleos. Eure (Santiago), 36(107), 67-91.

Universidad Catolica de Santa Maria (2020). Proyecto sobre el Transporte Masivo . Tren electrico de Arequipa https://www.ucsm.edu.pe/ucsm-presenta-novedoso-proyecto-sobre-el-transporte-masivo-tren-electrico-de-arequipa/

Zornoza-Gallego, C., Salom-Carrasco, J., & Maestro-Cano, I. Filtrado De Datos Twitter Para Capturar Patrones De Movilidad De Un Área Metropolitana. Aplicación Al Área De Valencia.

MOVILIDAD DURANTE Y EX POST DE LA PANDEMIA COVID-19 EN PUEBLA Y MONTREAL – DIAGNÓSTICO Y PERSPECTIVAS

Yves Daniel Bussière
Facultad de Economía, BUAP, Puebla, Pue, México. yves.bussiere@correo.buap.mx

Israel Gerardo Garcia Pérez
Facultad de Economía, BUAP, Puebla, Pue., México. gerrdo.garciaperez@correo.buap.mx

Claudia Bermúdez Cruz
Facultad de Economía, BUAP, Puebla, Pue., México. claudiabermudez159@gmail.com

RESUMEN

La pandemia del Covid19 tuvo un gran impacto sobre la movilidad urbana y otros impactos impredecibles sobre el mercado laboral ex post y en el sector inmobiliario. A partir de estudios de casos de Puebla y de Montreal, intentamos analizar el fenómeno. En México vimos una caída de la actividad económica hasta 8.2% en 2020 y la introducción de unas medidas importantes de protección con el cierre de varias actividades y la introducción del teletrabajo con una disminución importante del uso del transporte público. En Puebla, según datos del METROBUS la demanda bajó hasta 50%. En Montreal, vimos tendencias similares con una extensión masiva del teletrabajo en muchos sectores de la economía y un colapso en la demanda de transporte público. En esta situación, ningún economista podría hacer las predicciones sobre lo que ocurrió en Montreal - una explosión de la demanda y precios de casas para dar la posibilidad de tener un espacio para una oficina en casa lo que facilitó tasas de intereses todavía bajos. Después de la pandemia sigue el teletrabajo. En el sector público, los sindicatos piden ahora un horario mixto con tres días de teletrabajo por dos días en la oficina. El impacto fue tremendo sobre las oficinas del centro de Montreal donde la tasa de ocupación ha disminuido a un nivel insostenible. Las autoridades buscan soluciones como la reconversión de oficinas en condominios. En Puebla, después de la pandemia vimos un regreso a las oficinas y, por el momento, es difícil predecir el futuro.

1. Introducción

La pandemia del Covid19 (2019-2023) tuvo un gran impacto sobre la movilidad urbana y otros impactos impredecibles sobre el mercado laboral ex post como también en el sector inmobiliario. A partir de dos estudios de casos, Puebla (México) y Montreal (Canadá), vamos a intentar analizar el fenómeno. En México vimos una caída de la actividad económica hasta 8.2% en 2020 y durante la pandemia la introducción de unas medidas importantes de protección con el cierre de las escuelas y las universidades donde se practicó el teletrabajo por dos años y medio. Vimos una disminución importante del uso del transporte público. Sin datos del sector informal, según datos del reciente METROBUS la demanda bajo hasta 50%, la expansión del teletrabajo y el miedo a contagiarse del virus lo que estimuló el uso del auto individual. En Montreal, tuvimos tendencias similares con una extensión masiva del teletrabajo en muchos sectores de la economía. También un colapso en la demanda de transporte público y una crisis de financiación.

En esta situación, con una disminución de la actividad económica, ningún economista podría hacer las predicciones sobre lo que ocurrió en Montreal. Muy lejos de la perspectiva de no tener empleo y dinero durante la pandemia, con la extensión del teletrabajo vimos una explosión de la demanda de casas para dar la posibilidad de tener un espacio para una oficina en casa y los precios en el sector habitacional casi doblaron en estos tres años gracias también a tasas de intereses bajos antes del posterior aumento con la inflación. Podríamos pensar que esta tendencia a un teletrabajo extensivo fue temporal, pero el fenómeno persistió. En el sector público al nivel federal y provincial de Quebec, los sindicatos piden ahora un horario mixto con tres días de teletrabajo por dos días en la oficina y siguen tendencias similares en el sector privado. El impacto fue tremendo sobre las oficinas del centro de Montreal donde la tasa de ocupación ha disminuido a un nivel insostenible no recuperado después de la pandemia. Las autoridades buscan soluciones como la reconversión de oficinas en condominios. Hubo tendencias similares en ciudades americanas. En Puebla, después de la pandemia el regreso del trabajo a las oficinas fue más importante y, por el momento, es difícil predecir el impacto a medio o largo plazo sobre una eventual expansión del teletrabajo en varios sectores de actividad.

2. Impacto del COVID-19 en el mundo

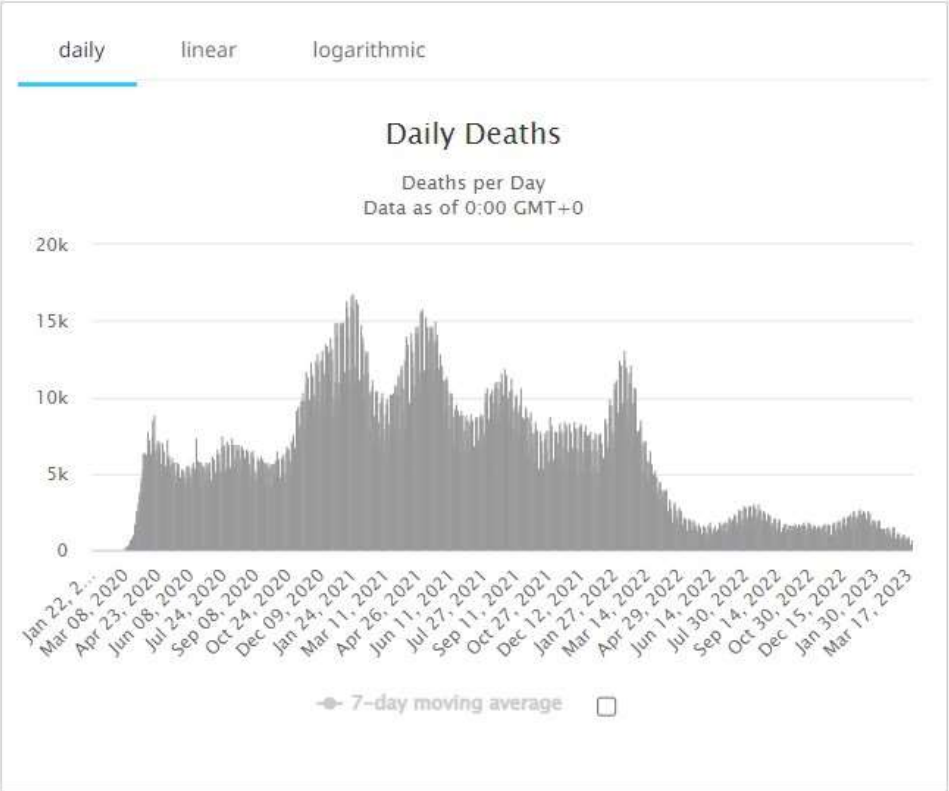
Podemos localizar la pandemia COVID-19 a tres años: 2020, 2021, 2022. Su nombre de Covid-19 viene del primer caso reportado el 17 de noviembre de 2019 en la provincia de Wuhan en China, donde el "paciente cero" lo habría contraído. Poco después, el nuevo Coronavirus hizo su primera muerte en enero de 2020. La enfermedad continuó su expansión por todo el mundo a una velocidad podemos decir exponencial. Seis

meses después, la Covid-19 había infectado cerca de 9 millones de personas y causado al menos 466,548 muertes en todo el mundo. (AFP- Agence France Presse). (www : Covid-19 : la chronologie d'une épidémie mondiale apparue en janvier 2020 (sud ouest.fr)

El 23 de marzo de 2023, llegamos a un total de 682.949.371 casos y 6.823.077 muertos con una tasa de mortalidad de 0,099%. Podemos ver la evolución de los muertos durante la pandemia en el mundo en el gráfico_1. En la misma fecha México llegó a 7.516.046 casos y llegamos a 333,362 muertos con una tasa de mortalidad de 4.44%. En Canadá, con una tasa de 1.12%. Vemos, con las diferencias enormes en las tasas de mortalidad la dificultad de tener datos confiables y también comparables. En países con poblaciones más jóvenes deberíamos tener menos muertos con políticas similares de prevención-vacunación de la pandemia. Si comparamos México a Canadá, y varios países de europea debemos llegar a la conclusión que las políticas en México no fueron de las mejores. (Bussière, 2021)

El discurso desde las instituciones gubernamentales y los organismos internacionales fue la creación de un dilema entre el control sanitario vs La continuidad de la actividad económica.

Gráfico 1: Muertos por día en el mundo



Fuente: COVID - Coronavirus Statistics - Worldometer (worldometers.info).

Los países implementaron políticas tanto de control sanitario como de control en la actividad económica, graduando la intensidad de cada cual en distintas proporciones a lo largo de la evolución de la pandemia. En lo económico, esto significó un peso sobre la estructura del sistema que se tradujo en cierre de empresas, desempleo, despidos, pérdida de mercados, caída de ganancias, salarios e ingresos familiares, etc. Dado el hecho universal de que la pandemia, "nadie la vio venir", los países, los gobiernos sub-nacionales, las estructuras sectoriales disponibles, empresas, familias y personas, debieron desarrollar respuestas. No obstante, mientras se lograba una cierta capacidad de manejo del problema, se debió soportar el deterioro de los sistemas en ambos frentes, económico y sanitario.

3. La pandemia COVID-19 en México

Medidas en México tardaron por un populismo. Varias declaraciones del presidente López Obrador el 22 de marzo 2020 "no dejar de salir" y el 4 de abril "hay que abrazarse, no pasa nada" y también, la declaración del obispo de Cuernavaca que el COVID-19 es "un grito de Dios" por culpa de aborto, eutanasia y diversidad sexual. Igual en EUA con declaraciones de Donald Trump diciendo que 99% de los casos COVID en USA son "totalmente inofensivo". Un tiempo perdido de una semana o más puede tener un impacto enorme cuando la propagación es exponencial. (Bussière, 2021).

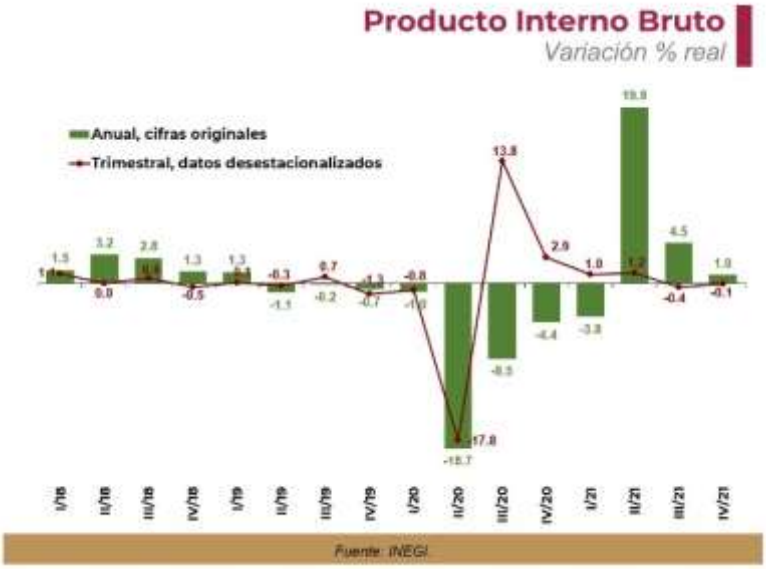
Aunque la pandemia de COVID-19 afectó a todas las partes del mundo, las naciones de ingresos bajos, medios y altos se vieron afectadas de diferentes maneras. En los países de ingresos bajos, el exceso de mortalidad promedio alcanzó el 34 %, seguido del 14 % en los países de ingresos medios y del 10 % en los de ingresos altos.

La consecuencia inmediata del cierre de muchos sectores de la economía fue una disminución significativa en el crecimiento del PIB, que fue de hasta 8.7 puntos porcentuales para los países de ingresos medianos. Los países más ricos sufrieron un poco menos (-6.4%), principalmente porque comenzaron a recuperarse antes de finales de 2020. El impacto del COVID-19 sobre la economía fue menor en los países más pobres (-5.2%) porque muchos no tenían los recursos para implementar confinamientos estrictos. Globalmente la disminución fue de -7.3%. (COVID-19's Economic Impact around the World | St. Louis Fed (stlouisfed.org).

La contracción de la economía mexicana en 2020 fue de 8.2%, muy similar a la disminución de 8.7% en países de medio ingreso, pero creció 4.8% en 2021, luego del -8.2% en 2020. *(Comunicado INEGI aquí, datos).* (Fuente Gobierno de México. www. La economía mexicana creció 4.8% en 2021 | Gaceta económica | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx).

Por semestre llegamos a unas disminuciones importantes a partir del segundo semestre de 2020 con una caída de 18.7% con una recuperación solamente un año después (gráfico_2). La recuperación en la ocupación en el sector formal fue un poco mejor que el sector informal.

Gráfica 2: PIB de México 2018-2021 trimestral



(Fuente Gobierno de México. www. La economía mexicana creció 4.8% en 2021 | Gaceta económica | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx)

A partir de marzo de 2020 se emitieron las primeras medidas radicales de prevención, en las cuales se declaraba inhábil y no laborable en presencial varias actividades. Por ejemplo, en Puebla la universidad BUAP adoptó clases en línea a partir de la mitad de marzo 2020 hasta el verano de 2022. Vimos también a partir del 15 de mayo 2020 se concluyeron las clases presenciales del ciclo escolar 2019-2020 en educación básica y media superior, aunque la conclusión administrativa se ejecutara hasta el día 30 de junio.

Con el programa "Hoy no circula" implementado en mayo-julio 2020, debido al incremento de casos reportados por el COVID-19 en las instituciones de salud y hospitales del Estado, se emitió como medida de seguridad sanitaria la clausura temporal de cines, teatros, gimnasios, clubes deportivos y sociales, así como de las actividades en casinos, centros nocturnos, bares, piscinas, zoológicos, estadios, en fin, lugares de esparcimiento donde se concentran masas de gente.

El 7 de agosto del 2020 se respiraba un aire de esperanza al ver que el gobierno estatal publicaba mediante el periódico oficial los lineamientos para la reapertura de las

actividades económicas, sin embargo, esta reapertura restringía a un 30% de la capacidad de la industria, el personal administrativo se mantendría laborando en casa mientras que los operadores trabajarían de manera escalonada por turnos. Para el sector comercio la reapertura sería en un horario de 10-18 horas con un aforo reducido y restaurantes y cafeterías igualmente abrirían con un aforo del 30% de su capacidad, del mismo modo gimnasios y parques; en cambio continuaban cerrados salones de eventos, conciertos, centros nocturnos, bares, cantinas, balnearios, baños públicos y museos. La reactivación de la economía estaba muy restringida, pero fue un comienzo, para entonces la demanda del transporte público había tenido 5 meses de altibajos y mucha incertidumbre en el futuro. (Gobierno Constitucional del Estado de Puebla, 2020).

El 25 de enero del 2021 el ejecutivo decreta el reinicio de actividades de forma gradual y ordenada debido a la tasa de contagios, se reduce el aforo para el sector comercial a un 20%, mientras que los hoteles y el sector industrial permanecen con un 30% de aforo. Los servicios de transporte público, mercantil y ejecutivo mantienen restricciones en el horario, por lo que se suspenden las corridas en el horario de las 21:30 y las 05:30 horas del día siguiente, de tal manera que la última corrida de la Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA) saldrá de sus bases a las 21:30 horas y reiniciará actividades a las 05:30 horas del día siguiente (Gobierno Constitucional del Estado de Puebla, 2020).

En 2021 y 2022 vimos aperturas progresivas de varios sectores pero debido a la aparición de variantes como la variante DELTA, la cual se reconoció su mortalidad hasta el 11 de mayo de 2021, la cual incrementó el nivel de contagio entre un 40 y un 60% y con mayor riesgo de hospitalización (Álvarez G. , 2021). Además de la variable ómicron que se detectó en la mayoría de los estados y territorios, la cual se distingue por ser aún más contagiosa que la anterior, pero con síntomas más leves en algunos enfermos. Es por eso que las instituciones educativas están renuentes a reintegrarse al 100% a sus actividades, (Centro Nacional de Vacunación y Enfermedades Respiratorias (NCIRD), División de Enfermedades Virales, 2022).

En México, un gran número de organizaciones y empresas adoptaron el trabajo a distancia para mantener sus actividades administrativas durante la pandemia, en cambio más allá de haber servido como un medio para mantener sus actividades, el 85% de las empresas manifestaron haber mejorado la productividad y la comunicación en el equipo de trabajo se ha mantenido o incluso mejorado. (KPMG, 2021).

En tales condiciones ¿Cómo afectó la pandemia a la movilidad urbana en Puebla?

4. Efectos de la pandemia en el sector de transporte público en Puebla

Un indicador sobre la movilidad por el sector formal en la ciudad de Puebla durante la pandemia, puede ser la demanda de transporte en las 3 líneas de Metrobús. Vimos una disminución dramática de la demanda en las 3 líneas quien cruza la ciudad del norte al sur y del este al oeste.

En la línea_1 (San Francisco Teotihuacán – CAPU) vimos en relación con 2020 una disminución de 40% de la demanda en 2020 y también de 40% en 2021. En la línea_2 la disminución fue de 35% en 2020 y de 50% en 2021. En la línea_3, las diminuciones en relación con 2019 fueron de 46% en 2020 y de 53% en 2021. La línea_3 pasa por la BUAP donde actividades escolares fueron en línea desde marzo 2020 hasta el verano de 2022 y donde la mayoría de los negocios fueron cerrados por casi 3 años (Tabla_1). En fin, en unos sectores como el transporte público, tuvimos una disminución dramática. Podríamos también localizar otras actividades vulnerables como los pequeños negocios informales acerca de las universidades que fueron por el teletrabajo casi cerradas durante la mayor parte de la pandemia.

Tabla 1: Aforo Línea 3
(Totales de Aforo = Número de personas que abordan los vehículos del transporte público)

LÍNEA 3

MES	2019	2020	2021
ENERO	1,743,173	1,936,843	377,076
FEBRERO	1,648,105	1,883,212	391,384
MARZO	1,699,247	1,432,421	625,980
ABRIL	1,639,346	594,801	768,888
MAYO	1,693,933	603,276	856,651
JUNIO	1,680,073	646,835	849,794
JULIO	1,647,602	705,960	932,429
AGOSTO	2,033,075	785,409	966,249
SEPTIEMBRE	1,957,661	803,067	987,978
OCTUBRE	2,118,785	*864,137	1,145,764
NOVIEMBRE	1,969,519	*742,204	1,166,738
DICIEMBRE	1,725,113	*689,292	*1,001,440
TOTAL	21,555,632	11,687,457	10,070,371

Fuente: Elaboración propia con datos de Transporte Masivo de Carreteras de Cuota Puebla (CCP, 2022). *Datos estimados para mostrar un mejor análisis gráfico del comportamiento de la demanda.

Según datos del INEGI[8] en el trimestre IV de 2019, la tasa de desocupación en el estado de Puebla fue del 2.54%, y como resultado de la crisis COVID, esta pasó a 6.1% en el mismo período correspondiente al 2020. A nivel nacional, dichas tasas fueron 3.37 y 4.56 por ciento respectivamente. Se observa que, antes de la crisis COVID, Puebla tenía una tasa de desocupación por debajo de la media nacional, mientras que, como resultado de la crisis, dicha tasa es 1.54 puntos porcentuales superior a la reportada a nivel nacional.

A nivel nacional, la tasa de ocupación en el sector informal (TOSI2) pasó de 31.3 a 31.8% en el cuarto trimestre de 2019 al correspondiente de 2020, mientras que la tasa de informalidad laboral (TIL2) disminuyó de 51.9 a 51.1 porciento. Para Puebla, como entidad federativa, la TOSI2 pasó de 41.14 a 42.03 y la TIL2 pasó de 66.2 a 68.27 por ciento en los cuartos trimestres de 2019 a 2020 respectivamente. En general, a nivel nacional, han sido los trabajadores informales (dentro y fuera del sector informal) los más afectados al principio del período de cierre de negocios y confinamiento.

5. Impacto del COVID-19 en el transporte público de Montreal

La demanda de transporte público en Montreal durante la pandemia observe una disminución durante el año 2020 de 50% en relación con el 2019. En cambio, los datos de viajes realizado durante el 2021 nos muestran que aún no había recuperado la demanda que tenía en el 2019. (STM, 2019). (Bermudez, C. 2022). En la Gráfica 3 podemos ver la evolución de la demanda 2019-2023.

Gráfica 3. Demanda de transporte público de la Área Metropolitana de Montreal Ratio 2020 / 2019 Ratio 2021 / 2019 Ratio 2022 / 2019 Ratio 2023 / 2019

Fuente: ARTM – COVID-19 et transport collectif (www)

La demanda llegó a situaciones catastróficas. "En el punto álgido de la crisis, el número de usuarios de las redes de transporte público cayó casi un 90%. Aunque la situación ha mejorado algo posteriormente, el número de pasajeros sigue estando muy por debajo de los niveles normales. El déficit provocado por la caída de los ingresos arancelarios podría alcanzar los mil millones de dólares en tres años, de 2020 a 2022, o incluso más según cómo evolucione la situación. Afortunadamente, el gobierno de Quebec ha proporcionado una ayuda excepcional, que permite a la ARTM y a sus socios mantener un servicio similar al que prevalecía en 2019, sin ejercer una presión indebida sobre las finanzas de los municipios atendidos (Autoridad Regional de Transporte Metropolitano -ARTM – COVID-19) - (traducción Google)

6. Impacto del COVID-19 sobre el mercado laboral en Montreal

Con pandemia la movilidad urbana bajó por las medidas sanitarias y la expansión inmediata del teletrabajo en muchos sectores de actividades con un impacto inducido e impredecible sobre el sector inmobiliario. Ningún economista pudo hacer predicciones de la explosión de la demanda del sector inmobiliario individual que observamos. En 3 años casi doblaron los precios de casas para dar la posibilidad de tener un espacio para una oficina en casa lo que facilitó tasas de intereses todavía bajas. Después de la pandemia sigue el teletrabajo. En la mayoridad del sector público sigue un horario mixto con tres días de teletrabajo y dos días en la oficina. El impacto fue tremendo sobre las oficinas del centro de Montreal donde la tasa de ocupación ha disminuido a un nivel insostenible. Las autoridades buscan soluciones como la reconversión de oficinas en condominios. Vimos estos impactos en muchas si no la mayoridad de ciudades del Norte.

Datos recientes de una encuesta de la Camera de Negocios del Montreal Metropolitano (CCMM) indica que:

<51% de las empresas exigen a lo menos un día de presencia en la oficina y 71% a partir el otoño 2023; <6% de las empresas listas para tener no presencias en la oficina; <86% de trabajadores van a la oficina a lo menos una vez por semana (vs. 81% en sept 2022); <65% de empleados dicen estar listos para ir a la oficina 2 a 3 días por semana. (Fuente La Presse 23 nov. 2023, Télétravail | Un retour au bureau à temps plein ? Oubliez ça ! | La Presse – consultado el 23 de dic 2023)

Vemos claramente que los 5 días de la semana en la oficina es una época pasada en Montreal y seguramente en muchas otras ciudades. ¿Cuál será la situación en México? En Puebla, después de la pandemia fue el regreso a las oficinas y, por el momento, es difícil predecir el futuro.

7. Conclusión – Discusión

En la historia reciente, no hay una teoría que incorpore circunstancias tan extraordinarias de un choque externo como el de la crisis COVID19 en los mercados y que explique -teóricamente - la respuesta de los diferentes actores económicos.

La importancia, la universalidad y la duración larga de la pandemia nos indican la fragilidad de cualquier sociedad en un contexto de mundialización y la necesidad de buscar medidas de prevención y soluciones apropiadas y rápidas para tales situaciones. También, el impacto a veces impredecible a medio y largo plazo como lo vemos en Canadá donde asistimos a cambios radicales y rápidos del mercado laboral, de la función de los centros de ciudades, y de la movilidad urbana. Podríamos intentar calcular varios impactos como la calidad de vida o emisiones de gases invernadero con la disminución de desplazamientos casa-trabajo donde domina el uso del auto individual. Cambios sociales importantes pueden suceder rápidamente y las autoridades y tomadores de decisiones tienen que buscar soluciones rápidas y factibles.

8. Referencias Bibliográficas

Álvarez, G. (2021). Delta coronavirus y otras variantes, algunas cuestiones. Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Villa Clara: infomed.

Bermúdez, C. (2022). Sistema de transporte público en la Ciudad de Puebla y efecto de la pandemia Covid-19 en la demanda del Sistema de transporte RUTA, tesis de maestría, Fac. de Economía, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla.

Bussière, Y. D. (2021). Some Thoughts Around Aging, Density, And Measuring the Covid-19 Pandemic, Global Journal of Aging & Geriatric Research 2 (1), 6p.

COVID - Coronavirus Statistics - Worldometer (worldometers.info)

COVID Live – Coronavirus Statistics – Worldometer. https://www.worldometers.info/coronavirus

COVID-19's Economic Impact around the World | St. Louis Fed (stlouisfed.org)

DENUE – Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, INEGI

Gobierno Constitucional del Estado de Puebla, 2020.

Gobierno de México. www. La economía mexicana creció 4.8% en 2021 | Gaceta económica | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx)

Gobierno de México. www. La economía mexicana creció 4.8% en 2021 | Gaceta económica | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx)

INEGI (2021a). Características de las Defunciones Registradas en México durante enero a agosto de 2020. Comunicado de Prensa 61/21; 27 de enero 2021 https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/DefuncionesRegis tradas2020_Pnles.pdf

INEGI (2021b). El INEGI presenta resultados de la Encuesta sobre el Impacto generado por COVID19 en las Empresas 8ECOVID-IE), Tercera Edición. Comunicado de Prensa número 326/21, 31 de mayo 2021

INEGI (2021c). El INEGI presenta el segundo conjunto de resultados del Estudio sobre la Demografía de los Negocios 2020 Comunicado de Prensa Número 183/21; 22 de marzo 2021

KPMG (2021 abril). K KPMG. (S. S. Cárdenas Dosal, Producer) Retrieved Feb. 14, 2022, from KPMG: https://home.kpmg/mx/es/home/tendencias/2021/04/teletrabajo-en-mexico-retos-para-su-implementacion.html

La Presse, 23 nov. 2023, Télétravail | Un retour au Nosbureau à temps plein ? Oubliez ça ! | La Presse – consultado el 23 de dic 2023)

www. Covid-19 : la chronologie d'une épidémie mondiale apparue en janvier 2020 (sud ouest.fr)

MOVILIDAD INTERMETROPOLITANA EN LOS MUNICIPIOS DE TOLUCA, ZINACANTEPEC Y ALMOLOYA DE JUÁREZ, ESTADO DE MÉXICO

Jose Manuel Romero Cuero
Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México.
jmromeroc@uaemex.mx

Francisco Javier Rosas Ferrusca
Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México. fjrosasf@uaemex.mx

RESUMEN

El objetivo de este trabajo consiste en analizar la movilidad inter-metropolitana que caracteriza a los municipios de Toluca, Almoloya de Juárez y Zinacantepec (TAZ), ubicados en el Estado de México, y que a la vez forman parte de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, la quinta demarcación que en México, destaca por su constante crecimiento demográfico y su expansión urbana, condiciones que generan altos volúmenes de desplazamientos de carácter inter-metropolitano por motivos laborales, educativos y de servicios. Con base en este análisis, se proponen para estos tres municipios, directrices estratégicas que, en el mediano y largo plazo, contribuyan a una eficiente conectividad, lineamientos enmarcados en el enfoque de la sostenibilidad que adquiere significativa importancia por los compromisos asumidos ante la Agenda Urbana 2030 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible. Con estas premisas, se argumenta la urgente necesidad de diseñar una política pública de movilidad inter-metropolitana, a fin de garantizar la continuidad de los proyectos de conectividad, promover un crecimiento económico inclusivo, generar ciudades sostenibles y garantizar el derecho a la ciudad y a la movilidad.

1. Introducción

A lo largo del tiempo, el estudio de la movilidad urbana ha evolucionado conceptual y técnicamente, su revisión permite identificar momentos significativos que abordan los desplazamientos de la población por diversos medios y motivos. Así, las grandes ciudades del mundo globalizado han sido el escenario en el que la movilidad ha expresado sus cambios, y son a la vez el espacio en donde se manifiestan las externalidades negativas de la inacción pública. Por tal motivo, en este trabajo se analizan, en un primer momento, los fundamentos teóricos conceptuales que sustentan la movilidad inter-metropolitana, específicamente se vinculan elementos de la Teoría General de Sistemas y de la Teoría del Lugar Central, cuyo enfoque se organiza a partir de la revisión de autores, especialistas y organismos internacionales, así como de instituciones de orden nacional y estatal que han realizado aportaciones teóricas, conceptuales y metodológicas al tema de la movilidad urbana. Posteriormente, con el apoyo de indicadores oficiales del INEGI, de la Encuesta Origen-Destino (2017) y del Instituto Mexicano de la Competitividad (2019), se contextualiza la situación actual de la movilidad en México. En este panorama, se enfatizan las altas densidades demográficas que originan una singular necesidad de contar con medios más eficientes, preocupación que ha prevalecido hasta nuestros días, y que ha estado acompañada de grandes transformaciones espaciales y de un crecimiento acelerado de las ciudades en el mundo, en donde México no es la excepción.

De acuerdo con las cifras oficiales del Sistema Urbano Nacional (2020), en México se registran 92 zonas metropolitanas que se caracterizan por importantes flujos y desplazamientos de personas por diversos motivos. El Índice de Movilidad Urbana (2019), realizado por el Instituto Mexicano para la Competitividad A. C. (IMCO), reporta que entre 1990 y el 2015 el parque vehicular nacional creció 5.3% en promedio cada año, mientras que por el contrario la población solo tuvo un aumento demográfico del 1.5%, lo cual refleja que la población mexicana tiene como prioridad la movilidad en automóvil particular.

En una sección subsecuente, se analiza la importancia de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), que ocupa el primer sitio en cuanto a los volúmenes diarios de personas, es la más grande del país, su movilidad es de suma importancia al rebasar los límites político-administrativos entre dos entidades federativas, la Ciudad de México y el Estado de México, que mantienen constantes interacciones donde el principal factor de movilidad está representado por las oportunidades laborales, educativas, administrativas y sociales que se concentran en la CDMx. Para complementar esta revisión, se examina la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT), que se ubica en la posición número cinco de acuerdo con Consejo Estatal de Población, COESPO (2018), la cual tiene como lugar central al Municipio de Toluca,

donde se centralizan los servicios educativos, de esparcimiento, administrativos y el mayor número de oportunidades laborales, y mantiene su jerarquía por ser la capital de la entidad mexiquense; por lo tanto, se distingue por frecuentes desplazamientos de carácter intermunicipal.

La interacción de los municipios de Toluca, Almoloya de Juárez, y Zinacantepec, hace que actualmente la gran mayoría de la movilidad se realice en transporte público urbano, brindado por autobuses, taxis, taxis colectivos y taxis de aplicación, sin olvidar el auto privado, que de acuerdo con en el estudio del Sistema Integral de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca del Centro Mario Molina (2014), el 76% de la población del ZMVT viajan en transporte público, el 14% lo hacen en vehículos particulares y solo el 7% en modos no motorizados; estas cifras reflejan problemáticas que afectan el tiempo de traslado dentro de la ZMVT, y demandan contar con estudios y estrategias para hacer más eficiente la movilidad inter-metropolitana.

Con base en lo anterior, se formulan directrices para una movilidad inter-metropolitana que, con un enfoque sostenible, y alineados a los ejes de la Agenda Urbana 2030 y de los instrumentos de planeación que rigen a la ZMVT, permiten establecer estrategias de mediano y largo plazo que contemplen la participación conjunta de los diferentes actores y agentes involucrados, a fin de arribar a un ejercicio de gobernanza multinivel de la movilidad inter-metropolitana.

2. Fundamentos teórico-conceptuales de la movilidad urbana

Con el objetivo de aportar el sustento teórico conceptual de la movilidad urbana, se contextualizan dos enfoques que permiten comprender la problemática de la interacción de movilidad inter-metropolitana. La primera, es la Teoría de la Centralidad (lugares centrales) de Walter Chistaller, la cual aborda la jerarquía de las ciudades con relación a un territorio que contenga bienes y servicios que los demás no poseen. La segunda es la Teoría General de Sistemas, planteada por Ludwig Von Bertalanffy, que describe un todo formado por varias partes que trabajan de manera simultánea y donde cada una de ellas no puede ser comprendida de forma individual, tal es el caso de los municipios de Toluca, Almoloya de Juárez y Zinacantepec, juntos forman parte de la ZMVT y no pueden analizarse de manera individualizada o aislada; sin embargo, existe un lugar central que ejerce atracción y genera interacciones.

2.1 Teoría de los Lugares Centrales

Teniendo como antecedentes que la movilidad que se presenta en los municipios de Almoloya de Juárez y Zinacantepec, hacia Toluca y que dichos desplazamientos se

generan por las oportunidades laborales, educativas y la cantidad de servicios que oferta este último municipio, es posible destacar que Toluca, dentro de la ZMVT cumple la función de lugar central, donde los municipios cercanos acuden para cubrir sus distintas necesidades. Esta afirmación puede explicarse a través de los supuestos del alemán Walter Christaller, que destaca a través de la Teoría de los Lugares Centrales (TLC), que la distribución físico espacial de los centros urbanos, está caracterizada por el surgimiento de ciudades que dependiendo del tamaño se presentarían de forma jerárquica, las cuales derivan de la interacción de las áreas de menor jerarquía hacia el lugar central.

Una de las particularidades de esta teoría es la distribución físico espacial, pues de ella depende el tipo de actividad económica que sustente al sistema que forma la ciudad central hacia la periferia. Para Christaller (1966), la importancia de la centralidad está en función del tamaño del lugar y de la dimensión espacial del área, y no tanto en función del número de habitantes con que cuente un lugar central, mismo que deberá cumplir con la función de producir, ofertar y cubrir los servicios a la población dispersa ubicada en la periferia, estos servicios son considerados como la actividad comercial, las comunicaciones, las finanzas, turismo, el hospedaje, el esparcimiento, la cultura, los servicios educativos, los servicios administrativos, y el transporte, entre otros.

Es importante precisar que una de las debilidades identificadas durante la investigación enfocadas directamente con la zona de estudio, es el patrón hexagonal del territorio, que no coincide con las condiciones geográficas de TAZ. Por ello la importancia de estudiar la dinámica de movilidad entre el lugar central en relación con los municipios de segundo o tercer orden según sea el caso. El espacio dado para el crecimiento urbano tiene como propósito, atender las necesidades de la población, específicamente las de vivienda, educación, empleo, interacción social, recreación y esparcimiento y sobre todo, la movilidad ya sea de los individuos o de mercancías.

2.2 Teoría General de Sistemas

En la actual relación social y urbana que existe entre Toluca, Almoloya de Juárez y Zinacantepec, donde cada uno actúa de manera individualizada conforme a sus propios intereses y necesidades, se observa una serie de problemáticas locales y regionales, que van desde la desigualdad de oportunidades hasta la accesibilidad a los distintos bienes y servicios. En materia de movilidad, es evidente el caos que se presenta sobre las vialidades colectoras que conectan con Toluca, provocado por la falta de articulación social, económica, ambiental y política entre estos tres municipios, que han traído como resultado la desigualdad y la falta de congruencia entre sus políticas, por lo que es de suma importancia la vinculación de la Teoría General de Sistemas (TGS) a la investigación. Aplicando los fundamentos de los sistemas abiertos

y cerrados de esta teoría, Toluca, Almoloya de Juárez y Zinacantepec, componen un gran sistema o universo, por ello resulta relevante identificar el comportamiento de cada uno para entender la problemática que en materia de movilidad se está presentando, y proponer más de una alternativa de movilidad para cualquiera de estos municipios, ya que lo que suceda en uno tiene repercusiones en los otros dos, ya que están interconectados entre sí.

Con base en lo anterior, la zona de estudio forma parte de un sistema abierto, donde se identifica una estrecha relación con el medio circundante, transformándose en un sistema más complejo, sin olvidar que toman en cuenta a su medio como un factor determinante para conformar un universo total representado por la zona de TAZ, teniendo una relación dinámica, ya que la constante movilidad entre estos tres municipios hacen que el territorio sufra modificaciones desde el punto de vista geográfico, social, económico y político, producto de los factores internos y externos que los caracterizan.

3. Contexto metropolitano de la movilidad

El actual panorama de la movilidad en México enfrenta retos como la extensión y calidad del servicio de transporte público, la infraestructura vial, la seguridad, sustentabilidad ambiental, la regulación, la reducción en el tiempo de traslado del lugar de origen hacia el destino, aspectos que deben considerar la infraestructura urbana y la dinámica de crecimiento dentro de las áreas urbanas y la segregación hacia la periferia de las zonas rurales que buscan la interacción de bienes y servicios de los que carecen.

Un problema crítico señalado por el Índice de Movilidad Urbana (2019) del IMCO, realizado en 20 ciudades de México, precisa que solo la Ciudad de México, Jalisco, Coahuila y el Estado de México, cuentan con una ley específica de movilidad, lo cual refleja un rezago y/o abandono del marco regulatorio por parte de las autoridades estatales para el ordenamiento, la planificación y la mejora de la movilidad urbana. Dicho índice sitúa a Guadalajara, León, CDMx y Toluca, como las cuatro zonas urbanas con las mejores condiciones de movilidad en el país.

Es importante señalar que dentro del Estado de México es de carácter intermunicipal, es decir, la interacción entre dos o más demarcaciones cercanas que concentran gran cantidad de oportunidades y servicios, basta decir que dentro del territorio estatal se localizan dos de las más grandes zonas metropolitanas del país. La primera y más grande del país, es la del Valle de México, cuya dinámica de movilidad rebasa los límites político-administrativos entre dos entidades federativas, la Ciudad de México y el

Estado de México. La segunda zona metropolitana del Estado de México es la ZMVT, situada en la posición número cinco de acuerdo con Consejo Estatal de Población, COESPO (2018), y que se compone de quince municipios, teniendo como lugar central a Toluca, que mantiene importantes relaciones funcionales con municipios vecinos, sobre todo de aquellos que experimentan un crecimiento demográfico acelerado, tal es el caso de Almoloya de Juárez que para el 2010 contaba con una población de 151,536 habitantes y para el 2020 se estima que alcanzará una población de 183,878 habitantes. Por su parte, Zinacantepec también ha tenido en los últimos años un crecimiento aún más elevado, para el 2010 registraba 172,165 habitantes, mientras que para el 2020 alcanzó poco más de 218,501 personas (COESPO, 2018).

La interacción de TAZ provoca que la gran mayoría de la movilidad se realice en transporte público urbano, brindado por autobuses, taxis, taxis colectivos y taxis de aplicación, sin olvidar el auto privado, que de acuerdo con en el estudio del Sistema Integral de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca del Centro Mario Molina (2014), el 76% de la población del Valle de Toluca viajan en transporte público, el 14% lo hacen en vehículos particulares y solo el 7% en modos no motorizados; estas cifras reflejan una serie de problemáticas que afectan el tiempo de traslado dentro de la ZMVT en general.

Esto contribuye a la congestión vehicular, ya que la demanda de las vialidades es constante y recurrente lo que provoca la saturación de vehículos motorizados, patrón que se repite en TAZ, demarcación en donde el incremento de vehículos particulares registrados experimenta un aumento paulatino que se corrobora a través de los Registros Administrativos y Estadísticas de Vehículos de Motor en Circulación por el INEGI (2019), sistema que hasta el año 2012 reportaba que los tres municipios concentraban un total de 362,889 unidades. Estas cifras permiten identificar diversos momentos significativos (1990, 2000, 2010 y 2012) en los que TAZ ha experimentado un aumento característico en el volumen de vehículos, incremento que supera el 100% en relación con el año anterior, situación que ha provocado que las vías de comunicación y acceso se sobresaturen en relación con la capacidad de carga con las que originalmente fueron diseñadas, y cuya tendencia continuará siendo exponencial, reflejando el predominio del automóvil particular.

4. Caracterización de la Movilidad Urbana en TAZ

De acuerdo con datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la ZMVT es la quinta más grande del país y la segunda más grande en el ámbito estatal, solo por debajo de la ZMVM con un volumen aproximado al 2020 de 2’376,786 habitantes distribuidos en 15 municipios. El

aumento poblacional y las actividades laborales que alberga la ZMVT han traído consigo un alto crecimiento urbano, el aumento en las viviendas y por consiguiente la demanda de bienes y servicios que se concentran en la capital del Estado, esto sin duda ha disparado el número de vehículos y servicios de transporte público. En los 15 municipios que integran la ZMVT, entre 1980 y el 2010, la superficie urbana de la metrópoli creció 26.9 veces y la población un 3.4 (SEDESOL, 2012), y del 2000 al 2010 la población registró un aumento del 22%, y la flota vehicular ascendió un 4.6% según datos del INEGI de 2010 a 2012.

El comportamiento anterior, nuevamente refleja similitudes con las tendencias nacionales, prueba de ello son las cifras que reportó el Índice de Movilidad Urbana (2019), realizado por el Instituido Mexicano para la Competitividad A. C. (IMCO), que señala que entre 1990 y el 2015 el parque vehicular nacional creció 5.3% en promedio cada año, mientras que por el contrario la población solo tuvo un aumento demográfico del 1.5%, lo cual refleja que la población mexicana tiene como prioridad la movilidad en automóvil particular.

El crecimiento la ZMVT, originalmente disperso de baja densidad, ha provocado que la población se triplicara en casi 30 años, transformando su patrón de asentamientos humanos en el territorio, mientras que la zona urbana de baja densidad experimentó un aumento de casi 27 veces su propio tamaño, influenciado principalmente, por las actividades que se concentran en la zona, como la industrialización, el comercio y los servicios que ahí se ofrecen. El comportamiento demográfico refleja que Toluca, como Centro Regional Metropolitano, posee una extensión territorial de 426.85 km^2, cuenta con 900,855 habitantes de acuerdo con la Encuesta Intercensal (2015) del INEGI, su crecimiento promedio anual es de 13,780 habitantes nuevos, que representa el 5.38% de la población total del Estado de México. COESPO (2018).

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal de Toluca (2019 - 2021), la Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA) para el periodo 2000 a 2010, fue de 2.02%, cifra que para el periodo 2010 a 2015 se redujo a 1.35% y que hasta el 2017 se mantuvo la misma tasa, lo cual muestra un crecimiento poblacional constante, su densidad población se sitúa en los 744 habitantes por km^2, por debajo del indicador 11.3 de la Agenda 2030, referente al aumento de la urbanización inclusiva.

Almoloya de Juárez, se localiza al este del municipio de Toluca, posee una extensión territorial de 478 km^2, su densidad población se ubica en 367.5 habitantes por km^2, que corresponde al 2.1% de la superficie total, la población de acuerdo con el IGECEM (2017) ascendió a 174,212 habitantes. El crecimiento tendencial de habitantes anualmente es del 1.15% en promedio, para el año 2030 se estima que su población alcance los 104,635 habitantes. Zinacantepec limita al norte con el municipio de

Almoloya de Juárez y al este con Toluca y Calimaya. Según el IGECEM (2017), su extensión territorial es de 313.23 km^2. La población en el municipio prácticamente ha crecido el 64% del 2000 al 2015, cuando había 121,850 habitantes que representaron una tasa de crecimiento poblacional de 2.9 en dicho periodo, provocada por la descentralización que está sufriendo la ZMVT.

En materia de estructura vial, el crecimiento demográfico de TAZ representa una variable importante que obliga a la población a desplazarse diariamente con el objetivo de satisfacer sus necesidades básicas, mediante diversos medios de transporte contribuyen a una constante movilidad municipal, intermunicipal e inter-metropolitana, aspectos que desde el enfoque de la ciudad como sistema de comunicaciones, ratifica que las vialidades dentro de TAZ, desempeñan una función de interconexión, ya que permiten el desplazamiento de personas, bienes y mercancías, y a la vez propician su congestión en puntos específicos.

El sistema vial de TAZ está integrado por vialidades federales, que básicamente cruzan a los tres municipios y conectan con la ZMVT y con el Estado de México; mismas que atiende y conserva la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; vías estatales, que están a cargo de la Junta de Caminos y del Sistema de Autopistas, Aeropuertos, Servicios Conexos y Auxiliares del Estado de México; y vías municipales, que representan a aquellos caminos que tienen por objeto la accesibilidad de las áreas urbanas y rurales.

5. Directrices para una movilidad inter-metropolitana sostenible

La movilidad de los tres municipios de estudio se distingue por una significativa interacción dentro de la ZMVT, por lo que es necesario vincular los retos de esta demarcación con por lo menos tres de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030. Por sus condiciones físicas, económicas, sociales y políticas, los objetivos 3 (Salud y Bienestar), 7 (Energía Asequible y No Contaminante) y 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), se encuentran directamente vinculados con las variables del sistema de transporte de TAZ, con la accesibilidad y sostenibilidad del transporte, la salud pública y los accidentes de tránsito, entre otros rubros. Con el propósito de alinear estas metas con los retos que debe asumir TAZ en el mediano y largo plazo, es necesario considerar como parte de las directrices estratégicas para una movilidad inter-metropolitana con enfoque sostenible, a las siguientes:

a. Conformar corredores ecológicos (corredores urbanos bióticos y corredores verdes).
b. Realizar ejercicios de acupuntura urbana (enfocada a los espacios públicos como zonas de identidad, interacción y desarrollo humano).

c. Impulsar el crecimiento vertical / verticalidad (para crear ciudad compacta).
d. Promover el enfoque de la resiliencia urbana (enfocada a recrear la ciudad y sus barrios).
e. Promover la compacidad ("hacer ciudad en la ciudad") a través de los centros y subcentros urbanos.
f. Apoyar acciones de reciclaje urbano (ciudad flexible con nuevos paradigmas en los usos del suelo).
g. Aplicar ejercicios de sostenibilidad (equilibrio urbano-ambiental con el desarrollo socioeconómico de la ciudad).
h. Promover la movilidad y conectividad eficiente, con prioridad a medios alternativos no contaminantes y ecológicos.
i. Estimular la competitividad urbana (hacer ciudad eficiente y productiva).
j. Impulsar proyectos de ciudad digital (hacer ciudad inteligente mediante el uso de las TIC).
k. Incluir esquemas de poli centralidad conectada en los proyectos de movilidad urbana (eficiencia del modelo físico-espacial: radia-concéntrico- polinuclear).
l. Diseñar programas de movilidad urbana sostenible que prioricen la integración metropolitana (contextualización territorial congruente).
m. Establecer esquemas de gobernanza de la movilidad urbana sostenible (integrando actores sociales, públicos y privados).
n. Impulsar acciones para consolidar la electro movilidad (incluyendo a empresas no gubernamentales).
o. Alinear los proyectos municipales de construcción y mejoramiento vial con las metodologías que prioricen la sustentabilidad (incorporar criterios de urbanismo táctico).

Las directrices anteriores, deben considerar en forma obligada, la participación conjunta de los diferentes sectores, actores y agentes de la sociedad civil, a fin de arribar a un ejercicio de gobernanza multinivel, de esta forma se pretende garantizar el derecho a la movilidad que establecen los actuales instrumentos jurídicos, lo cual también significa que las acciones deben estar enmarcadas en una política pública de movilidad que priorice los retos que actualmente debe enfrentar TAZ.

6. Conclusiones

Los constantes procesos de urbanización que actualmente experimenta el Estado de México y sus zonas metropolitanas obligan diseñar estrategias que superen las limitaciones que enfrenta cada territorio. Toluca, Almoloya de Juárez y Zinacantepec, son reflejo de la ausencia de la planeación de la movilidad urbana. La escasa congruencia que estos tres municipios muestran en diversas dimensiones asociadas a la conectividad, la sitúan como una demarcación de alto crecimiento urbano

demográfico, que no ha estado acompañada de proyectos de movilidad sostenible. Por el contrario, los altos flujos vehiculares, las elevadas tasas de motorización y la saturación de las principales arterias, han provocado una situación crítica que agudiza el caos vial, la duplicidad de rutas de transporte incrementa los tiempos de traslado y contribuye a la accidentabilidad de la zona.

Lo anterior, se agrava ante la ausencia de instrumentos de planeación y de instancias responsables; hasta el momento, solo Toluca posee una Dirección de Movilidad, en Almoloya de Juárez y Zinacantepec, las funciones son asumidas por áreas de desarrollo urbano y obras públicas. Si bien es cierto que a finales del 2019 se aprobó el Plan Estatal de Desarrollo Urbano, aún no existen instrumentos de planeación metropolitana que contemplen la movilidad como un eje estratégico para erradicar los problemas que afectan a la población que reside, trabaja e interactúa cotidianamente en TAZ.

La ausencia de una política pública de movilidad inter-metropolitana con enfoque sustentable, requiere ampliar los límites político-administrativos e incluir a los 15 municipios que forman la ZMVT, a fin de garantizar la continuidad de los proyectos de conectividad y favorecer a la población vulnerable y de menores ingresos que diariamente se traslada desde la periferia hasta la centralidad del municipio de Toluca, sobre todo porque en la actualidad no se tiene contemplada una restructuración urbana o poblacional, dadas las condiciones geográficas y de consolidación de los asentamientos humanos en zonas vulnerables, de riesgo e irregulares que poco a poco se han extendido en el área urbana.

7. Referencias Bibliográficas

Arras Vota, A. (2010). Comunicación organizacional. Chihuahua: UACH.

Becerra Valbuena, Luis Guillermo (2013). Aproximaciones microeconómicas en la Teoría de los Lugares Centrales de Christaller. Bogotá: Jan.

Bertoglio Johansen, Oscar (1993). Introducción a la Teoría General de Sistemas. Chile: Universidad de Chile.

Centro Mario Molina (2014). Estudio del Sistema Integral de Movilidad Sustentable para el Valle de Toluca: Estado de México: Gobierno del Estado de México.

Christaller Walter; Carlisle W Baskin (1966). Central Places in Southern Germany. Alemania: Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hal.

Consejo Nacional de Población (2018). Sistema Urbano Nacional México: Gobierno de México. (Consultado: 30 de abril de 2020) Zonas Metropolitanas de México, Sitio web: https://coespo.edomex.gob.mx/zonas_metropolitana

Gobierno del Estado de México (2018). Acuerdo del Secretario de Movilidad por el que se autoriza por tiempo determinado la culminación de los trámites de otorgamiento de concesiones, autorizaciones de base, terminales, derroteros, lanzaderas, alargamientos y modificaciones de derroteros. Gaceta de Gobierno del Estado Libre y Soberano de México, Tomo CCV, Número 49 con fecha 20 /03/18.

H. Ayuntamiento de Toluca (2018). Plan de Desarrollo Municipal (2019 – 2021). Toluca, Estado de México: H. Ayuntamiento de Toluca de Lerdo.

H. Ayuntamiento de Almoloya de Juárez (2018). Plan de Desarrollo Municipal (2019 – 2021). Almoloya de Juárez, Estado de México: H. Ayuntamiento de Almoloya de Juárez.

H. Ayuntamiento de Zinacantepec (2018). Plan de Desarrollo Municipal (2019 – 2021). Zinacantepec, Estado de México: H. Ayuntamiento de Zinacantepec.

Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral de Estado de México (2020) Observatorio del Estado de México: IGECEM.

Instituto Mexicano para la Competitividad A. C. (2019). Índice de Movilidad Urbana. México: IMCO.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015). Encuesta Intercensal de Población y Vivienda. México. (2017). Resultados de la Encuesta Origen- Destino de la Zona Metropolita del Valle de México del año 2017. México.

_____ (2019). Registros Administrativos Estadísticas de Vehículos de Motor en Circulación. México: INEGI.

_____ (2019). Accidentes de Tránsito Terrestre en Zonas Urbanas y Suburbanas (Consultado: 01 de julio de 2023) https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/proyectos/bd/continuas/transporte/accidentes.asp

_____ (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. (Consultado: 30 de abril de 2023) https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/

Ramírez Cardona, Carlos (1989). La escuela de sistemas y su aplicación a la administración., de Universidad EAN (Consultado: 04 de junio de 2023) http://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/3643/RamirezCarlos5.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (2018). Manual de proyecto geométrico de carreteras. (Consultado: 04 de junio de 2023) https://www.gob.mx/sct

Secretaría de Desarrollo Urbano y Metropolitano (2020). Plan de Desarrollo Urbano del Estado de México Gobierno del Estado de México (Consultado: 17 de abril de 2023) https://seduym.edomex.gob.mx/plan_estatal_de_desarrollo_urbano/

Secretaría de Desarrollo Social (2015). Delimitación de las zonas metropolitanas de México (Consultado: 25 de febrero de 2023) https://www.gob.mx/sedesol

Secretaría de Movilidad y Transporte (2019). (Consultado: 11 de febrero de 2023) http://smovilidad.edomex.gob.mx/

Von Bertalanffy Ludwig (1989). Teoría General de Sistemas. México: Fondo de Culturo Económica.

O IMPACTO DAS CICLOVIAS SOBRE O TEMPO DE DESLOCAMENTO E VELOCIDADE DAS VIAS NAS GRANDES AVENIDAS DE RECIFE

Iago Santana Nunes
UFPE, Recife, PE, Brasil. iago.santana@ufpe.br

Leonardo Herszon Meira
UFPE, Recife, PE, Brasil. leonardo.meira@ufpe.br

Maurício Oliveira de Andrade
UFPE, Recife, PE Brasil. mauandrade@gmail.com

RESUMO

As ciclovias são vias exclusivas projetadas para o tráfego de bicicletas, fisicamente segregadas das vias comuns de automóveis. A faixa compartilhada, por sua vez, é uma alternativa viável quando a construção de ciclovias ou ciclo faixas não é possível. Ela é devidamente marcada em uma parte da via pública, permitindo o uso simultâneo por ciclistas e o tráfego de veículos motorizados ou pedestres. Os congestionamentos causados pela má distribuição do uso e ocupação do solo, o uso excessivo do carro, a ineficiência da infraestrutura e do transporte público, interferem negativamente na economia, principalmente relacionado aos atrasos nos deslocamentos. A adoção de sistemas ciclo viários urbanos trazem diversos benefícios para as cidades. Em termos de acessibilidade, eles permitem que mais pessoas possam circular pela cidade de forma segura, independente da idade, condição física ou poder aquisitivo. Isso inclui pessoas que não possuem carro, pessoas com mobilidade reduzida e até mesmo turistas que desejam experimentar a cidade de forma diferente. Além disso, os sistemas ciclo viários contribuem para o desenvolvimento sustentável das cidades. O presente trabalho busca avaliar e comparar o desempenho funcional das vias antes e após a implementação das ciclo faixas, aferindo as velocidades médias, os tempos de deslocamento e resultados da mobilidade após a sua implementação. O trabalho foi desenvolvido mediante as seguintes etapas: a) pesquisa de dados nas bases da Prefeitura do Recife e do órgão de trânsito da cidade, a CTTU (Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife), e b) Realização dos cálculos para conseguir as velocidades medias e tempo de deslocamento das vias para verificação técnica das condições de uso das ciclovias, melhoramento ou não da mobilidade urbana. Como resultados têm evidenciado um perfil de redução das velocidades medias das vias e constatando a necessidade de maior incentivo para implementação de mais ciclo faixas na cidade do Recife.

1. Introdução

Dois tipos básicos de viagens são realizados por bicicletas: utilitárias (trabalho, estudo e serviços) e lazer. No ambiente urbano a maior parte das viagens acontece no horário de pico tendo como principais destinos trabalho e escola (LAMB, 2008). Diversos aspectos devem ser aprimorados, como a segurança, a acessibilidade e o tempo deslocamento. (PEZUTTO; SANCHES, 2004).

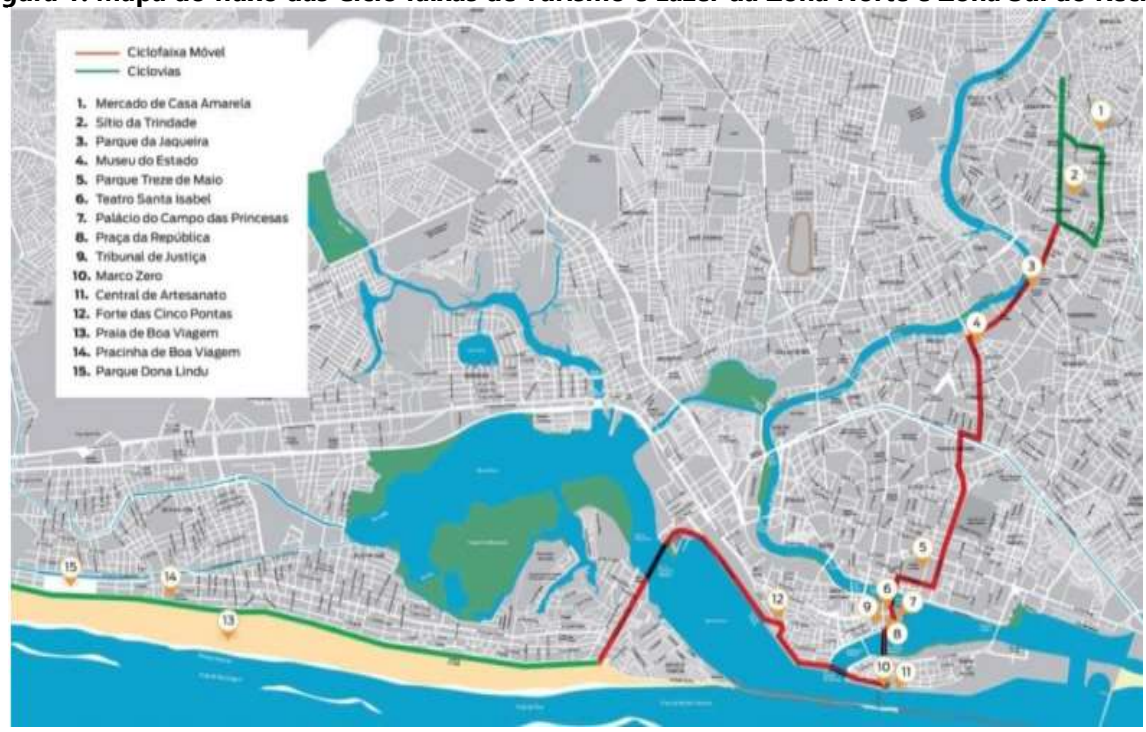
De acordo com os dados fornecidos pelo IPEA (2011, p. 4) em uma pesquisa sobre mobilidade urbana, aproximadamente 7% da população brasileira opta pelo uso da bicicleta como seu principal meio de transporte. A Organização das Nações Unidas, confirmando-a como a modalidade de transporte mais ecologicamente sustentável do mundo, destaca seu papel crucial na mitigação dos impactos ambientais (United Nations officials, 2012).

Segundo Lamb (2008), a preferência pela bicicleta como meio de transporte é mais comum em cidades que apresentam características como topografia plana, uma disposição relativamente circular e uma alta densidade populacional. O Recife, com sua extensão territorial de 218 km^2, destaca-se pela densidade demográfica específica, além de possuir uma topografia predominantemente plana, com áreas periféricas apresentando elevações. Todas essas características ressaltam o potencial significativo da cidade do Recife para a adoção da bicicleta como meio de transporte principal ou complementar. Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em 2011, aproximadamente 13% da população do Recife optava pela bicicleta como meio de locomoção. Além disso, o IDOM/TECTRAN aponta que, na Região Metropolitana do Recife (RMR), 58% das viagens de bicicleta têm como objetivo o deslocamento para o trabalho, e cerca de 57% dos usuários desse modo percorrem distâncias que variam de 11 a 30 minutos.

Os programas PROMOB (Programa Estadual de Mobilidade Urbana) e o Projeto Ciclo faixa Recife, são protagonistas destas novas ações do Estado de Pernambuco e do município do Recife para avançar na melhoria da mobilidade urbana. O PROMOB surgiu como uma resposta à necessidade de adequação do sistema de transporte urbano em Pernambuco, em conformidade com as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), buscando resolver a crise crônica no transporte e na mobilidade. Esse Programa tem como objetivo principal intervir, melhorar e expandir a infraestrutura do sistema de transporte público e a eficiência da circulação nas vias urbanas. O projeto Ciclo Faixa Recife trata de implementar a cultura da bicicleta como transporte para o trabalho e lazer. Tem como objetivo integrar-se às ações do PROMOB. Inicialmente as ciclo faixas foram implementadas para ligar as Zonas norte

e sul do Recife, conforme a Figura 1, totalizando 35 km de ciclo faixas, passando por 28 bairros, que concentram certa de 65% do PIB da cidade do Recife, de acordo com os dados do Atlas de Desenvolvimento Humano na RMR (2005).

Figura 1: Mapa do fluxo das Ciclo faixas de Turismo e Lazer da Zona Norte e Zona Sul do Recife

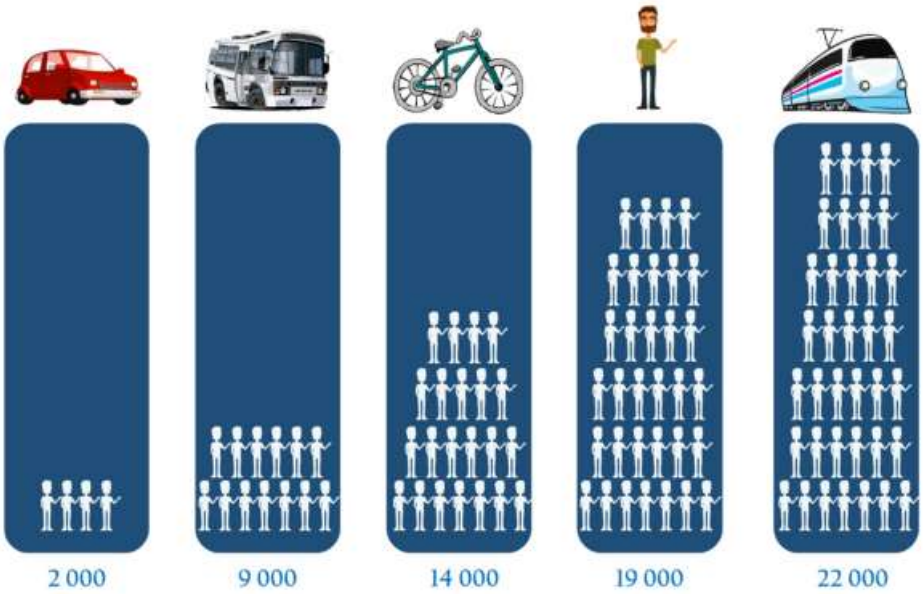


Fonte: http://www.recife.pe.gov.br/tag/ciclofaixa-recife-de-turismo-e-lazer/.

Os projetos preveem a construção de corredores exclusivos para o transporte público, requalificando os já existentes, criação e requalificação de ciclovias e calçadas, ampliando as opções de mobilidade urbana. No âmbito do PROMOB, está prevista a implementação de uma rede ciclo viária ao longo dos principais corredores de transporte, totalizando 106,3 milhas de extensão, conforme dados fornecidos pelo PROMOB (2012). Espera-se que com essas intervenções ocorra a redução de congestionamentos e aumente a segurança dos ciclistas.

No geral, o uso da bicicleta em vez do carro pode trazer benefícios ao trânsito, como a redução dos congestionamentos, bem como a diminuição da poluição do ar e sonora. De acordo com estudos citados (BOTMA; PAPENDRECHT, 1991) e na Figura 2, a bicicleta tem uma vantagem "espacial" em termos de capacidade de fluxo, podendo comportar cerca de 9,5 vezes mais pessoas do que um carro em relação ao espaço viário. Esses benefícios podem ser exercidos teoricamente ao substituir o carro pela bicicleta.

Figura 2: Pessoas por hora em uma via com 3,5 metros de largura



Fonte: (Adaptado de BOTMA; PAPENDRECHT, 1991).

A implementação dessas medidas tem como objetivo criar um ambiente mais seguro para os ciclistas, incentivando assim o uso da bicicleta como meio de transporte. Reduzir a velocidade dos automóveis nas vias, além de aumentar a sensação de segurança, também proporciona um ambiente mais agradável e tranquilo para os moradores desses bairros, conforme (PORTER et al, 1999).

Além da redução da velocidade, algumas cidades também têm investido em infraestrutura ciclística, como a criação de ciclovias e ciclorrotas que segregam o tráfego de bicicletas do tráfego de automóveis (PUCHER, 1998). Essas medidas têm se mostrado eficazes no incentivo ao uso da bicicleta como meio de transporte, aumentando a segurança dos ciclistas e reduzindo o tráfego e poluição gerados pelos automóveis. Além disso, promovem um estilo de vida mais saudável, incentivando a prática de atividade física e reduzindo o sedentarismo.

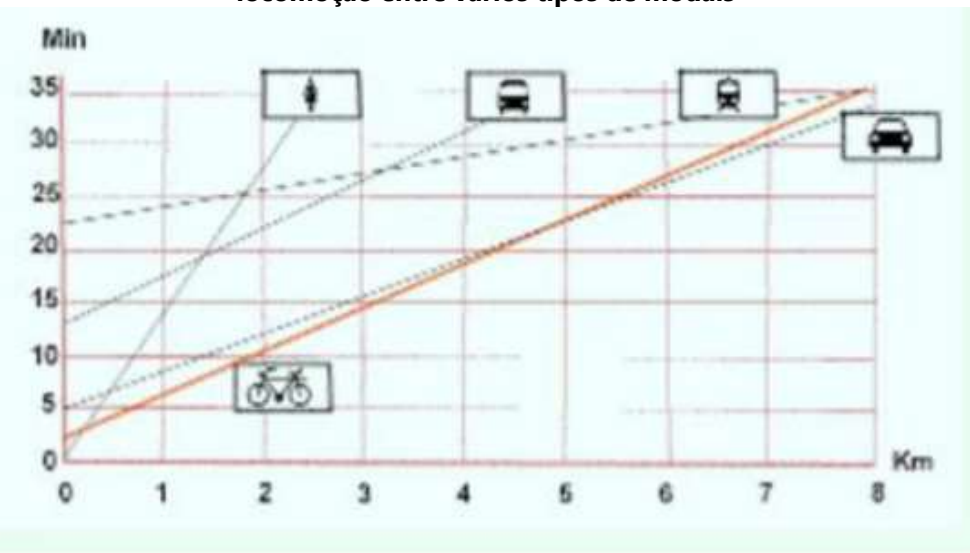
Considerando o exposto, este trabalho visa analisar qual o impacto que as ciclovias exercem sobre as avenidas as quais pertencem, como forma de discutir pontos como: tempo de deslocamento, velocidade das vias para garantir a segurança do ciclista. Para isso, foram analisadas: Ciclovia Orla, Ciclovia Via Mangue, Ciclo faixa Arquiteto Luiz Nunes, Ciclo faixa Binário Casa Amarela, Ciclo faixa Antônio Curado e Ciclo faixa Tiradentes, sendo diagnosticados diversos aspectos de suas infraestruturas.

2. Revisão de literatura

Em tese, características do trânsito, como por exemplo velocidade da via e fluxo de automóveis estão relacionados com a escolha da bicicleta como um meio de transporte (PORTER et al, 1999; PUCHER, 1998). Visando "acalmar" o trânsito de forma a promover o uso de bicicleta, algumas cidades holandesas, dinamarquesas e alemãs têm feito alterações no tráfego em bairros residenciais, reduzindo o limite de velocidade legal para cerca de 30 km/h e, muitas vezes, proibindo qualquer tipo de tráfego de automóveis.

Segundo estudos realizados pela União Europeia, a bicicleta pode contribuir para tornar os transportes públicos mais atraentes em virtude de uma melhor acessibilidade. Constatou-se neste estudo e representado na Figura 3, que com base em uma distância de deslocamento invariável de 5 quilômetros, a bicicleta constitui um meio de deslocamento tão rápido como o automóvel.

Figura 3: Comparativo do tempo, em minutos, vs distância, em quilômetros, gasto com locomoção entre vários tipos de modais



Fonte: (LUCENA; MEIRA, 2014).

Em um outro estudo, também realizado pela União Europeia, constatou-se que o ciclista pode ganhar um quarto de hora em relação ao ônibus, no seu deslocamento para alcançar uma estação de integração.

Na seleção da via para a implementação de uma infraestrutura ciclo viária, é importante considerar as características de velocidade e volume de tráfego. Em vias com altas velocidades e altos volumes de tráfego, o ciclista está mais exposto a acidentes e colisões com outros veículos. Por outro lado, em vias com baixo volume e baixas

velocidades (vias locais), o risco para o ciclista é menor, sendo recomendável um tráfego não segregado, segue esta análise representada na Figura 4.

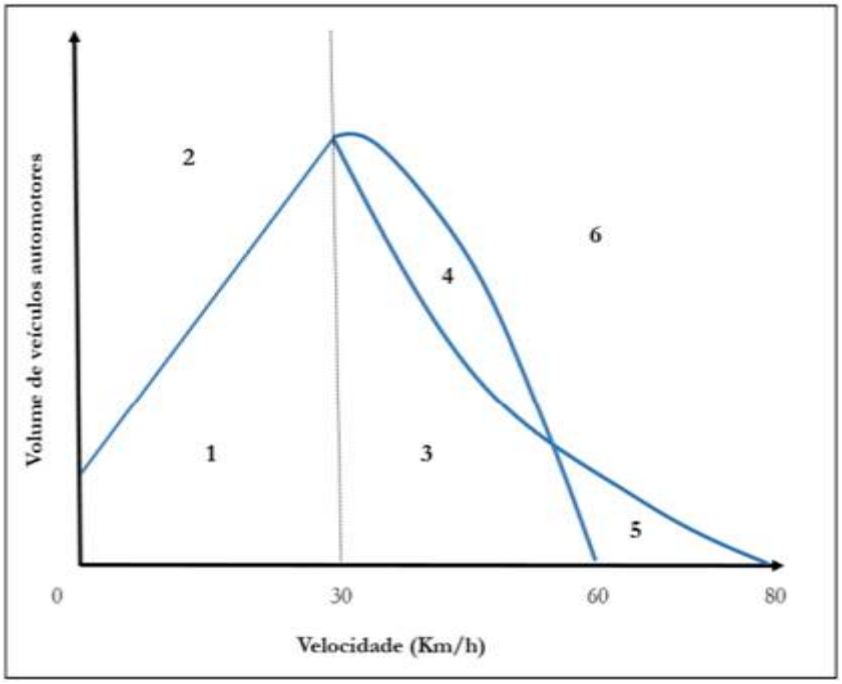
Figura 4: Comparativo do tempo de locomoção até uma estação de integração entre um pedestre e um ciclista.

Fonte: (LUCENA; MEIRA, 2014).

O Centro de Pesquisa e Padronização em Engenharia Civil e Trânsito da Holanda propôs um gráfico em 1996 para auxiliar nessa tomada de decisão (Figura 5). Na área 1, onde a velocidade é baixa, é recomendado o compartilhamento do tráfego. A área 2 é uma situação incomum, pois a combinação de vias com alto fluxo e baixas velocidades raramente ocorre. Para a área 3, ainda é aceitável que a via não possua ciclo faixas ou ciclovias, mas na área 4 essas estruturas são desejáveis. Na área 5, devido às altas velocidades, recomenda-se a criação de ciclovias, mas devido ao baixo fluxo, é aceitável que a via seja de uso misto. Por fim, na área 6, devido à combinação de altas velocidades e volumes, a criação de ciclovias é sempre recomendada.

A segurança no trânsito é frequentemente citada como uma razão para não utilizar a bicicleta como meio de transporte. Se existe um risco aumentado de se envolver em um acidente, o pressuposto é que as pessoas irão andar menos de bicicleta (LOHMANN; ROLLE, 2005; PUCHER; BUEHLER, 2006; PUCHER; KOMANOFF; SCHIMEK, 1999; RIETVELD; DANIEL, 2004). Essa segurança não deve ser avaliada apenas de forma objetiva, uma vez que a percepção de segurança também pode desempenhar um papel crítico e nem todas as pessoas têm percepções semelhantes sobre o que significa ser seguro. Por exemplo, a segurança parece ser menos importante para as pessoas de maior renda (JOHANSSON et al, 2004) e para os homens (LOHMANN; ROLLE, 2005).

Figura 5: Sugestão do tipo de separação entre ciclistas e tráfego motorizado de acordo com a combinação entre volume e velocidade



Fonte: Adaptado de Center for Research and Contract Standartization in Civil and Traffic Engineering, (1993).

Em um trabalho de revisão (HARTOG et al., 2010) foram estimados os benefícios e os riscos do uso da bicicleta na expectativa de vida em adultos. Os autores verificaram que o risco da troca do carro pela bicicleta (7 km/dia) ocasionou uma redução de 40 dias na expectativa de vida. Entretanto, os benefícios do uso da bicicleta resultaram em um aumento na expectativa de vida de 3 a 14 meses, indicando que os benefícios sobressaem aos riscos.

3. Metodologia

A partir da literatura e pesquisa realizada no site http://dados.recife.pe.gov.br/, da Prefeitura do Recife e no banco de dados da CTTU (Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife), foram extraídos dados relevantes para análise da velocidade, tempo de fluxo em condições ideais e tempo de fluxo considerando horários de pico de algumas vias do Recife, fazendo um comparativo dessas respectivas características da via antes e após a inclusão da ciclo faixas, buscou-se ainda complementar esses dados e análises com utilização dos aplicativos de mobilidade urbana. As velocidades e o tempo de fluxo na via foram calculados manualmente, a partir dos dados coletados do site. Segue a análise realizada na tabela abaixo:

Tabela 1: comparativo de velocidade e tempo em três situações diferentes de análise

VIAS	INAUGURAÇÃO DA CICLOVIA/CICLOFAIXA	EXTENSÃO DA VIA (Km)	VELOCIDADE DA VIA ANTES DA INCLUSÃO DA CICLOFAIXA (Km/h)	TEMPO DE DESLOCAMENTO NA VIA (min)	VELOCIDADE DA VIA APÓS A INCLUSÃO DA CICLOFAIXA (Km/h)	TEMPO DE DESLOCAMENTO NA VIA (min)	VELOCIDADE DA VIA NO HORÁRIO DE PICO (Km/h)	TEMPO DE DESLOCAMENTO CONSIDERANDO OS SEMAFOROS, LOMBADAS E TRANSITO (min)
Ciclovia Orla	out/04	7,85	sem dados	-	55	-	28,00	17,22
Ciclovia Via Mangue	jan/16	4,50	Sem dados	-	57	-	35,00	8,11
Ciclo faixa Arquiteto Luiz Nunes	mai/14	3,50	75	3,03	60	3,50	26,20	8,02
Ciclo faixa Binário Casa Amarela	jul/12	5,00	70	4,00	47	6,38	24,00	12,50
Ciclo faixa Antônio Curado	nov/15	3,20	70	3,14	42	4,57	25,00	8,08
Ciclo faixa Tiradentes	jun/05	5,60	70	5,2	55	6,11	22,00	15,27
Ciclovia Agamenon Magalhães	dez/23	10,00	80	7,5	53	11,32	14,00	43,26
Ciclofaixa Beberibe	mai/20	2,20	80	2,05	58	2,28	25,00	5,28

Com os resultados calculados, obteve-se a velocidade da via e tempo de deslocamento, dividido em três cenários: o primeiro foram calculadas as velocidades e os tempos antes da inclusão da ciclo faixa, o segundo depois da inclusão da ciclo faixa, e o terceiro cenário com a inclusão da faixa e no horário de pico dessas vias que são 6:30h as 9:30h e 17:00h as 19:30h. Observou-se ainda a interligação entre a Figura 5 e a Tabela 1, no qual as áreas 4 e 5 com velocidades entre 40 e 80 km/h pelo gráfico é recomendado a criação de ciclovias. A Tabela 1 demonstra que todas as vias nas quais a pesquisa foi realizada caracterizam que as vias se encontram nas faixas 4, 5 e 6, que apresentam velocidades médias entre 40 e 80 km/h e altos volumes de tráfego, assim se justificando o acerto da medida de implantar ciclovias ou ciclo faixas com segregação total ou parcial entre veículos e bicicletas.

Com os resultados a questão levantada na pesquisa de como discutir pontos como: tempo de deslocamento e velocidade das vias após a inclusão foram analisados pelos autores e as conclusões dos seus estudos encontram-se na sessão seguinte.

4. Conclusão

Este artigo objetivou estudar de forma analítica as velocidades e os tempos de deslocamento dos veículos de algumas vias com ciclovias/ciclo faixas do Recife. Por meio de pesquisa feitas no banco de dados da Prefeitura do Recife e na CTTU (Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife) e aplicativos de mobilidade urbana de Recife, foram calculadas as velocidades dessas vias e tempos de deslocamento antes e depois da implantação das ciclo faixas, bem como no horário de pico. Apesar da dificuldade em se obter os dados, conseguiu-se analisar oito vias.

As principais conclusões da pesquisa destacam: todas as vias tiveram suas velocidades reduzidas após a implementação das ciclo faixas, o tempo de deslocamento do carro

aumentou. Apesar dessa redução de velocidade e da implantação das ciclovias não diminuiu a utilização de carros nas vias e tão pouco houve uma mobilização da população da cidade em optar a ir para o trabalho ou lazer de bicicleta. Por fim, o tempo de deslocamento em horário de pico dobra ou até mesmo triplica, como é o caso da Agamenon Magalhães, que em condições normais o trajeto de carro é realizado em 11'32" e passa para 43'00" em horário de pico. Importante destacar que no horário de pico a velocidade média do somatório de todas as vias analisadas é da ordem de 25km/h, equivalente, a velocidade média das ciclovias dessas mesmas vias, constatando a importância da eficiência das ciclovias nesse quesito. Maiores estímulos pela Prefeitura para a utilização das ciclo faixas são indispensáveis.

Para continuidade da pesquisa sugere-se inicialmente aumentar o número de dados coletados, a exemplo de contagem volumétrica nas ciclovias/ciclo faixas e uma melhor atualização desses dados pela Prefeitura do Recife para ter uma verificação mais determinante dos fatos. É importante analisar mais vias e começar a comparar se as velocidades do tráfego em geral também reduziram para desenvolver critérios de análise de onde se implementar ciclo faixa de forma mais atrativa, para ser um fim utilizável para a população, pois, pelos resultados dessa pesquisa, hoje as ciclovias são subutilizadas pela sociedade recifense

5. Referências Bibliográficas

BOTMA, H., H. PAPENDRECHT. (1991). *Traffic Operation of Bicycle Traffic*. Delft NL, Delft University of Technology.

CENTRE FOR RESEARCH AND CONTRACT STANDARTIZATION IN CIVIL AND TRAFFIC ENGINEERING. (1993). *Sign Up for the Bike: Design Manual for a Cycle-friendly Infrastructure*. C.R.O.W., Holanda.

CINTRA, M. Os custos dos congestionamentos na cidade de São Paulo. *Revista Conjuntura Econômica*, Rio de Janeiro, v. 67, n. 7, p. 62-65, jul. 2013. ISSN 0010-5945.

CLARK, S. D.; PAGE, M. W. Priority for Cycling in an Urban Traffic Control System. Institute for Transport Studies. University of Leeds. Leeds, 2002.

HARTOG, J. J., H. BOOGAARD, H. NIJLAND, G. HOEK. (2010). Do the health benefits of cycling outweigh the risks? *Environmental health perspectives*, v.118, n.8, p.1109–16.

JOHANSSON, M. V., T. HELDT, P. JOHANSSON. (2004). *Latent variables in a travel mode choice model: attitudinal and behavioural indicator*. Uppsala University.

LAMB, R. H. (2008). *Complexidade em Arquitetura e Urbanismo: uma avaliação das ciclovias em Florianópolis, Brasil*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

LOHMANN, G., D. ROLLE. (2005). I'd ride a bike but...!", changes in transport use from the background of the ipsative theory of behaviour. *Umweltpsychologie*, v.9, n.1, p.46–61.

LUCENA, A. V., J. D. M., MEIRA. (2014). *Mobilidade sustentável: considerações sobre a ciclovia da Avenida Boa Viagem na cidade do Recife/PE*. Universidade Federal de Pernambuco. Recife.

MIRANDA, L. (2005). Desenvolvimento humano e habitação no Recife. *Atlas do desenvolvimento humano no Recife [CD-ROM]. Recife: Secretaria de Planejamento Participativo, Obras e Desenvolvimento Urbano e Ambiental*.

United Nations officials. (2012). *UN bike ride highlights importance of sustainable transport, Un news centre*. Disponível em: https://news.un.org/en/story/2012/06/412782.

Pucher, J., Komanoff, C., & Schimek, P. (1999). Bicycling renaissance in North America?: Recent trends and alternative policies to promote bicycling. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *33*(7-8), 625-654.

POCHMANN, M. (2011). Comunicado IPEA n. º 104. *Brasília: Ipea*.

PEZZUTO, C.P., S.P. SANCHES. (2004). *Identificação dos fatores que influenciam o uso da bicicleta*. XVIII Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes , Florianópolis.

PORTER, C., J. SUHRBIER, J. SCHWARTZ. (1999). Forecasting bicycle and pedestrian travel: State of the practice and research needs.*Transportation Research Record*, v.1674, p.94–101.

PUCHER, J. (1998). Urban transport in Germany: providing feasible alternatives to the car. *Transport Reviews*, v.18, n.4, p.285–310.

PUCHER, J., R. BUEHLER. (2006). Why Canadians cycle more than Americans: A comparative analysis of bicycling trends and policies. *Transport Policy*, v.13, n.3, p.265–279.

Rietveld, P., & Daniel, V. (2004). Determinants of bicycle use: do municipal policies matter?. *Transportation research part A: policy and practice*, *38*(7), 531-550.

SÃO PAULO. (Prefeitura). Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014. Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo e revoga a Lei nº 13.430/2002. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 1 ago. 2014.

ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y TRANSPORTE EN COSTA RICA

Guillermo Calderón Ramírez
Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. gcalderon@una.cr

RESUMEN

El ordenamiento territorial de Costa Rica ha estado estancado por varias décadas, con proceso lentos y pocos han finalizado con éxito. Voluntad política e interés particulares han retrasado desarrollar proyectos de ordenamiento territorial tanto a escala regional como cantonal que brindan una potencialización al territorio, generando seguridad jurídica, haciéndolo más atractivo para invertir y desarrollar social y económicamente.

Junto con ello, el transporte y la movilidad han sido factores muy discutidos en los últimos años, pero con poca intervención real a nivel político, que permite generar cambios que contribuyan a disminuir no solo la contaminación por Gases de Efecto Invernadero (GEI) sino que además contribuya a que las personas tengan una calidad de vida mucho mejor, ya sea por temas de salud, disminuir el tiempo perdido en un vehículo automotor por traslados, convivencia con familia o amigos, entre otros.

Lo presentado en este documento, es una sinopsis del panorama actual que tiene Costa Rica tanto en temas de ordenamiento territorial y como este repercute en el transporte y la movilidad. La situación es poco alentadora sin voluntad política pero además el interés individual prevaleciendo sobre lo colectivo, conlleva a una encrucijada que cada día se hace mayor y generan una presión ambiental y de salud humana que luego tendrá medidas de mitigación las cuales pueden ser prevenidas con gestión territorial anticipada.

1. Introducción

El tema de ordenamiento territorial en Costa Rica nos lleva al año 1968, con la creación de la Ley de Planificación Urbana, la cual sigue vigente 56 años después. No obstante, se han realizado actualizaciones metodológicas como lo son en enero del 2018 la publicación oficial del Manual de Planes Reguladores como instrumento para el Ordenamiento Territorial oficializado por el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU), Manual para la elaboración de Planes Reguladores Costeros en mayo del 2021 en colaboración entre el INVU y el Instituto Costarricense de Turismo ICT, el Reglamento de Renovación Urbana en junio del año 2017, Política Nacional de Ordenamiento Territorial 2012 a 2040 en octubre 2012, Reglamento de Construcciones con su última actualización en mayo del 2022 y Reglamento de Fraccionamiento y Urbanizaciones, actualizado en setiembre del año 2020.

Las iniciativas de ordenamiento territorial deben ser apoyadas y ejecutadas, dado que según datos del INVU, en la actualidad de los 84 cantones que tiene el país, solo el 47,61% cuenta con un plan y de estos cerca del 50% se aprobaron antes del presente siglo. La actualidad apunta a una necesidad de gestionar el territorio, en el que se logre articular los diferentes actores en busca del bienestar colectivo, no obstante, prevalecen intereses individuales y aunado a la falta de apoyo político entraban el proceso que cada día es más necesario.

2. Transporte y movilidad sin gestión territorial

La situación actual del país se ha enfrentado a un crecimiento inmobiliario acelerado en algunos sectores del país, como lo es dentro de la Gran Área Metropolitana (GAM), en el que según el Programa Estado de la Nación (2019), cantones como Heredia, Santa Ana y Escazú, entre 2015 y 2019 sufrieron un aumento del 13% de metros cuadrados de construcción en relación con el país, y de estos, el primero no cuenta con un Plan de Ordenamiento Territorial vigente, lo que agrava la situación en términos de gestión territorial.

Para el caso de Costa Rica, el tema de la congestión vial es uno de los principales problemas nacionales que representan importantes pérdidas económicas, tal como lo indica el Programa Estado de la Nación, (2018). Por ejemplo, en la GAM, vive el 52,7% de la población total del país, un gasto del 3,8% del PIB y un total acumulado de 27 días al año en tiempo laboral perdido. La literatura para América Latina y el Caribe indica que en las últimas décadas el crecimiento de vehículos en países como México y Brasil se ha triplicado. Tanto es así que el Programa Estado de la Nación (2018) indica que Costa Rica es el tercer país de América Latina con mayor número de vehículos por

habitante (231 unidades), solo superado por Argentina y México con 315 y 278 respectivamente.

En los últimos años, el estudio del transporte y la movilidad urbana ha cobrado gran importancia científica dado el rápido crecimiento de las ciudades, en muchos casos con una planificación deficiente, sobre todo en los países de renta baja y media. La población urbana no deja de crecer. Las zonas más urbanizadas son América del Norte con el 82% de su población, América Latina y el Caribe con el 81%, seguida de Europa con el 74% y Oceanía con el 68% (ONU, 2018). Según la CEPAL (2018), se espera que la tasa de urbanización en América Latina alcance el 89% en 2050.

El crecimiento de las ciudades afecta la movilidad de las personas si no existe una adecuada planificación territorial. Según datos de Vargas (2017), el 39% de las personas en América Latina utiliza el transporte público para ir y volver del trabajo, el 22% utiliza el vehículo privado y el 26% camina. La participación modal del transporte público es mayor que en Europa, que, según el mismo autor, tiene proporciones de 23%, 54% y 11%, respectivamente. Además, en las 29 ciudades de la región estudiadas por el Observatorio de Movilidad Urbana (OMU) del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), se registró un aumento del número de vehículos privados de 25 millones a 35 millones entre 2007 y 2014, un incremento del 40%.

Si analizamos el coste para el Producto Interior Bruto (PIB) del tiempo perdido en el tráfico en todo el mundo, las cifras son preocupantes. Según datos de la Comisión Europea, el coste del tráfico en la Unión Europea en 2016 equivalía al 1,4% del PIB. Por otro lado, en el caso de Estados Unidos, considerando tiempo y combustible, equivale en 2020 a un coste del 0,7% del PIB nacional (Calatayud et al., 2021). En América Latina, en ciudades como Buenos Aires, Montevideo y São Paulo, el coste es del 1,1% del PIB y del 0,8% en Río de Janeiro y Bogotá. Sin embargo, en el caso de Costa Rica y con base en los datos disponibles, el costo económico generado por la congestión representa el 3,8% del PIB, esto para la situación de la Gran Área Metropolitana (GAM) que representa el 52,7% de la población total del país.

La cuestión del transporte representa uno de los principales retos para Costa Rica. El parque vehicular creció un 6,7% anual entre 2007 y 2016, frente a un crecimiento de la población del 1,2% anual. Cabe destacar que los automóviles representan el 63,4% del total de vehículos en circulación. Las motos crecieron un 12,8% anual en este periodo (187,3% entre 2007 y 2016) (Programa Estado de la Nación, 2018). Un estudio de la Contraloría General de la República (2018) Contraloría General de la República (2018) indicó una caída en el uso del transporte público de 20,62 puntos porcentuales (de 76,54% a 55,92%) entre 2015 y 2018. El bus como principal medio de transporte público disminuyó 17,44 puntos porcentuales (de 59,89% a 42,45%) y el automóvil particular

aumentó 22,05 puntos porcentuales en el mismo periodo. En general, el uso del transporte público (principalmente autobuses) cayó del 64% en 2015 al 52,07% en 2018.

Para hacernos una idea del contexto costarricense, veamos la situación de la Gran Área Metropolitana (GAM). La GAM ocupa el 3,8% del territorio nacional y, según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en 2011, contaba con el 52,7% de la población total del país. Datos de Daket Consultores (2018) indican que viajar en autobús o tren en la GAM en un día normal toma en promedio alrededor de 2,5 horas. Con otros medios como taxi, Uber o servicios de transporte privado, el promedio es de 1 hora y 19 minutos. Estas cifras corresponden a unos 27 días al año que los costarricenses pasan viajando por carretera, especialmente en autobús.

Al existir poca planificación territorial, los incrementos en los tiempos de viaje se asocian a lugares en donde la densificación inmobiliaria es mayor, esto según el Programa Estado de la Nación, (2019). Además, de lo anterior, señala que entre el 2015 y el 2019 los 31 cantones que conforman la GAM aumentaron sus tiempos de viaje en horas pico. Lo anterior se asocia a que el 50% de quienes trabajan lo hacen en un cantón distinto al de su domicilio, cifra que se reduce al 18% fuera de la GAM, aunado a los costos económicos derivados de la congestión en la GAM, que representan aproximadamente el 3,8% del Producto Interno Bruto (PIB) (Programa Estado de la Nación, 2018).

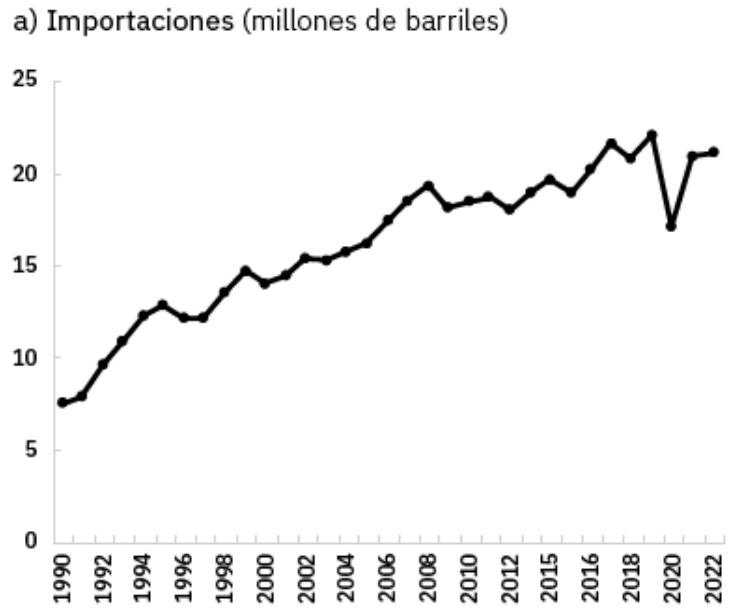
El caso de Costa Rica es bastante preocupante, ya que datos del 2015 muestran que el número de vehículos por kilómetro cuadrado supera al de Europa (Rivas et al., 2019). Además, en el último Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEE) publicado en el 2021, se indica que para el año 2017 del total de emisiones de dióxido de carbono (CO2), el 45,7% corresponde a la categoría de energía y que el sector transporte equivale al 75%; lo que significa que del total de emisiones de CO2, el transporte generó el 41,55% de las emisiones totales del país y desde 1990 el transporte es la categoría con mayor incremento en sus emisiones correspondiente al 243%.

Algunas de las alternativas que el Gobierno Central ha adoptado para reducir las emisiones de GEI se basan en que Costa Rica se fijó como meta la carbono neutralidad para el 2021, con lo cual optó por la Estrategia Nacional de Cambio Climático vista como una visión de corto, mediano y largo plazo. En la misma línea, en 2011 se aprobó el Plan Nacional de Transporte, en 2015 el Plan Nacional de Contribuciones Previstas y Determinadas (INDC) y en 2015 el Plan Nacional de Energía 2015-2030. Además, en 2018 se lanzaron la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2018-2030 de Costa Rica, el Plan Nacional de Transporte Eléctrico 2018-2030 y el Plan Nacional de

Descarbonización 2018-2050. Todas estas estrategias están en marcha para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) producidas en el país. Con lo anterior, aunque existen planes y estrategias por mejorar la situación no solo de contaminación, de calidad de vida de las personas, así como de pérdida de tiempo y recursos económicos, no han dado frutos suficientes que demuestren un cambio significativo. Es claro que la mayor cantidad de proporción de las emisiones de GEI es causada gracias al elevado consumo de combustibles fósiles, y puntualmente del transporte. Por ello, es fundamental analizar el sector de la movilidad y el transporte, dado el efecto negativo que genera.

Los datos de la Refinadora de Petróleo (RECOPE), señalan que el comportamiento de la importación de petróleo de las dos últimas décadas ha venido en aumento, debido a al consumo de combustible en el sector transporte, junto con patrones de movilidad que no presentan cambios significativos desde hace más de 40 años, con el incremento del vehículo automotor.

Figura 1: Evolución de la importación de derivados de petróleo



Fuente: Programa Estado de la Nación, 2023

Las iniciativas de cambios significativos en el transporte y cambio de paradigma en la movilidad de las personas ha tenido importantes contratiempos y enemigos que impiden el desarrollo de estrategias que promuevan un transporte seguro, que permita viajar con confianza y amigable, que sea accesible para todas las personas, con gran capacidad de competitividad ante los vehículos particulares, confortable para el usuario y sobre todo que interconecte entre sí, dada la conformación del crecimiento

urbano, la localización de las fuentes de empleo, educación, actividades de ocio, entre otras.

Las estrategias adoptadas por el gobierno actual en términos de transporte han sido direccionadas en invertir incrementando la infraestructura de la red vial, proyectos estancados desde hace muchos años atrás sin ejecución. Nos obstante, es sencillo interpretar que más carreteras no solucionan el congestionamiento vial, más bien exacerban la situación, dado que existirá un aumento de vehículos. Es importante en generar una conciencia y educación en la población al uso del transporte público de calidad para el usuario que incentive utilizarlo y, además, debe recurrirse a otros modelos de movilidad, que promuevan las cero emisiones de GEI.

3. Referencias Bibliográficas

Banco de Desarrollo de América Latina. *Observatorio de Movilidad Urbana*. Recuperado de https://omu-latam.org/ el 02/02/2024

Calatayud, A., Sánchez González, S., Bedoya Maya, F., Giraldez Zúñiga, F., & Márquez, J. M. (2021). *Urban road congestion in Latin America and the Caribbean: characteristics, costs, and mitigation*. Inter-American Development Bank. Recuperado de https://doi.org/10.18235/0003149 el 08/09/2023

Cepal. (2018). *Indicadores destacados*. Plataforma Urbana y de Ciudades de América Latina y El Caribe. Recuperado de https://plataformaurbana.cepal.org/es el 12/12/2023.

Consultora Daket. (2018). *Análisis de Género del sector Transporte en Costa Rica*.

INEC. (2011). X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda., Censo 2011. Recuperado de https://inec.cr/estadisticas-fuentes/censos/censo-2011 el 06/09/2023

ONU. (2018). *Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. Recuperado de https://www.un.org el 10/10/2023

Programa Estado de la Nación. (2018). Informe Estado de la Nación 2018. Recuperado de https://estadonacion.or.cr/ el 18/12/2023.

Programa Estado de la Nación. (2019). Informe Estado de la Nación 2019. Recuperado de https://estadonacion.or.cr/ el 21/12/2023.

Programa Estado de la Nación. (2023). *Informe Estado de la Nación 2023.* Recuperado de https://estadonacion.or.cr/ el 12/12/2023.

Rivas, M. E., Suárez-Alemán, A., & Serebrisky, T. (2019). Hechos estilizados de transporte urbano en América Latina y el Caribe. *Nota Técnica No. IDB-TN-1640*, 1–14.

Vargas, J. (2017a). *Urban growth and access to opportunities: a challenge for Latin America* (pp. 17–66).

PCA Y ANÁLISIS FACTORIAL PARA LA INTERPRETACIÓN DE INDICADORES Y DOMINIOS DE HABITABILIDAD EN BOGOTÁ

Daniel González-Núñez
Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales & Universidad de Los Andes, Colombia.
dgonzaleznu@unal.edu.co

Diego A. Escobar
Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Colombia. daescobarga@unal.edu.co

Carlos A. Moncada
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, Colombia. camoncadaa@unal.edu.co

RESUMEN

La habitabilidad urbana ha surgido como un tema de gran interés en los últimos años. El objetivo principal de este estudio es comprender qué indicadores están relacionados con las diferentes dimensiones que componen este constructo. Para lograr esto, se ha establecido un equipo de trabajo multidisciplinario con el objetivo de obtener la mayor cantidad de datos abiertos y disponibles de la ciudad de Bogotá. Este equipo de expertos se dedicará a establecer los dominios y los indicadores de dichos dominios. Posteriormente, se utilizarán métodos de modelación de reducción de dimensiones y análisis factorial para analizar estos datos. Este enfoque permitirá una comprensión más profunda de la estructura subyacente de los datos y cómo estos se relacionan entre sí. Como resultado de este análisis, se obtuvo un total de 10 componentes principales de los 32 indicadores dentro de los 5 dominios propuestos. Este hallazgo permitió establecer una relación entre estos componentes, validando así los modelos propuestos. Además, este proceso ayudó a profundizar el entendimiento del fenómeno de la habitabilidad urbana al asignar nombres a los componentes que reflejan su posible relación con la habitabilidad en la ciudad.

1. Introducción

La habitabilidad urbana ha emergido como un tema de interés en los últimos años. El objetivo principal es comprender qué indicadores están relacionados con las diferentes dimensiones que componen este constructo. Se han realizado diversos acercamientos para proponer mediciones de la habitabilidad urbana, destacando el uso de datos abiertos para las variables y el conocimiento de dominio para los dominios que agrupan dichas variables, dichos dominios representan todo lo que compone la ciudad como la movilidad, la salud, la educación, la vivienda, el empleo, el espacio construido, la cohesión social, entre otros (Giles-Corti et al., 2022).

A pesar de las políticas de planificación urbana que promueven ciudades saludables y sostenibles, existe una carencia de metas y políticas medibles para alcanzar estos objetivos. Esto se debe a que algunas políticas no están respaldadas por evidencia de salud pública. Esta situación crea obstáculos para la creación de entornos urbanos saludables y sostenibles, ya que las decisiones de planificación urbana tienen un impacto significativo en los estilos de vida, el medio ambiente, la salud humana y la sostenibilidad (Lowe et al., 2022).

En respuesta a esta problemática, se ha establecido un equipo de trabajo multidisciplinario con el objetivo de obtener la mayor cantidad de datos abiertos y disponibles de la ciudad de Bogotá. En particular, se ha puesto el foco en el corredor de la carrera 7ma, un espacio de gran influencia en la ciudad debido a su importancia histórica y social. Este lugar ha sido objeto de diversos estudios e intervenciones a lo largo de los periodos de gobierno.

El equipo de expertos buscará establecer los dominios y los indicadores de dichos dominios. Posteriormente, se utilizarán métodos de modelación de reducción de dimensiones y análisis factorial. De esta manera, se espera encontrar la relación de los indicadores dentro de los dominios, lo que podría permitir descubrimientos sobre esta interacción y su afectación dentro del dominio, contrastado con el contexto real de la ciudad.

Los modelos construidos generarán una cantidad de componentes determinada arbitrariamente a partir de los resultados iniciales obtenidos. Estos componentes serán analizados con factores usando pruebas estadísticas y correlaciones para asignarles nombres finales. Finalmente, estos componentes serán visualizados en mapas de las UPZ (Unidades de Planeamiento Zonal) para evidenciar su presencia espacial en la ciudad de Bogotá. Esta visualización permitirá una mejor comprensión de cómo estos componentes interactúan y se distribuyen en el espacio urbano.
Revisión de literatura

En los últimos años, se han realizado análisis exhaustivos sobre el impacto de diversas políticas de planificación urbana en la calidad de vida. Por ejemplo, el análisis de la salud y la sostenibilidad en 25 ciudades de 19 países de ingresos medios y altos (Lowe et al., 2022). Los autores calcularon indicadores relacionados con la planificación integral de la ciudad, accesibilidad, distribución de empleo, transporte, entre otros. Estos análisis identificaron fortalezas, limitaciones y brechas en las políticas públicas, lo que permitió comparar las diferentes ciudades (Cerin et al., 2022). Además, se han propuesto marcos conceptuales que utilizan datos abiertos y software de código abierto para medir características de diseño urbano y transporte que promueven la salud y la sostenibilidad. Estos indicadores propuestos están vinculados a las políticas urbanas y generan que las personas disfruten de su entorno urbano (Badland et al., 2014).

La relación sólida entre la planificación urbana y la salud de la población subraya la importancia de medir y monitorear la habitabilidad urbana a nivel espacial para identificar y abordar las desigualdades dentro de las ciudades. Esto resalta la necesidad de políticas integradas y a largo plazo que promuevan un acceso equitativo a servicios e infraestructuras, mejorando así la calidad de vida de los residentes. Se destaca la importancia de utilizar datos desagregados para comprender y resolver las disparidades en el acceso a los recursos urbanos (Higgs et al., 2022). Para la formulación de políticas orientadas a ciudades saludables y sostenibles, se proponen diversos dominios con indicadores de salud urbana (UHI, por sus siglas en inglés). Estos dominios describen aspectos clave de la vida urbana y su influencia en la habitabilidad. Además, se observa un aumento en el uso de herramientas que recopilan datos a niveles bajos de agregación y los presentan a través de mapas interactivos (Giles-Corti et al., 2022; Pineo et al., 2018).

2. Metodología

2.1. Obtención de datos y limpieza

Inicialmente se establecieron grupos de trabajo conformados por personas con experiencia en investigación y/o industria en el área, estableciendo cinco dominios: seguridad, ambiente construido, vivienda y empleo, movilidad, e Infraestructura pública y social. En estos grupos de expertos se discutía la pertinencia del dominio y los indicadores que podían explicarlo, considerando la disponibilidad de datos, agregación espacial, temporalidad y fuente.
Luego, a medida que las variables se van recopilando, reciben un tratamiento de limpieza, corroborando que las condiciones sean óptimas para su uso. Así mismo, se soluciona cualquier problemática de datos faltantes, nulos o erróneos.

2.2. Análisis de datos

A continuación, se desarrollaron Análisis de Datos Exploratorios (EDA por sus siglas en inglés) y Análisis de Datos Exploratorios Espaciales (ESDA por sus siglas en inglés). En estos, se corrobora la distribución de los datos, el posible comportamiento, sus correlaciones y en general obtener estadísticas descriptivas e inferenciales apoyado de visualizaciones como gráficos y mapas para comprender el fenómeno. Este paso no se muestra en los resultados al no ser el enfoque del estudio.

2.3. Modelación

Después, se ejecuta un PCA (Análisis de Componentes Principales) por dominios. Para ello los datos fueron normalizados con logaritmo natural y escalados entre 0 a 1. EL PCA permite identificar la variación dependiendo del número de componentes, en donde se elige la cantidad se escoge considerando una variación cercana o superior al 70%. Además, se corroboran las correlaciones de dichos componentes con los indicadores del dominio, analizando qué fenómenos son descritos por cada componente del dominio a partir del modelo de Análisis de Factores Varimax.

3. Resultados

3.1. Dominios e indicadores

En la Tabla 2 se observan los cinco dominios resultantes de las reuniones con expertos con sus respectivos indicadores que lo conforman

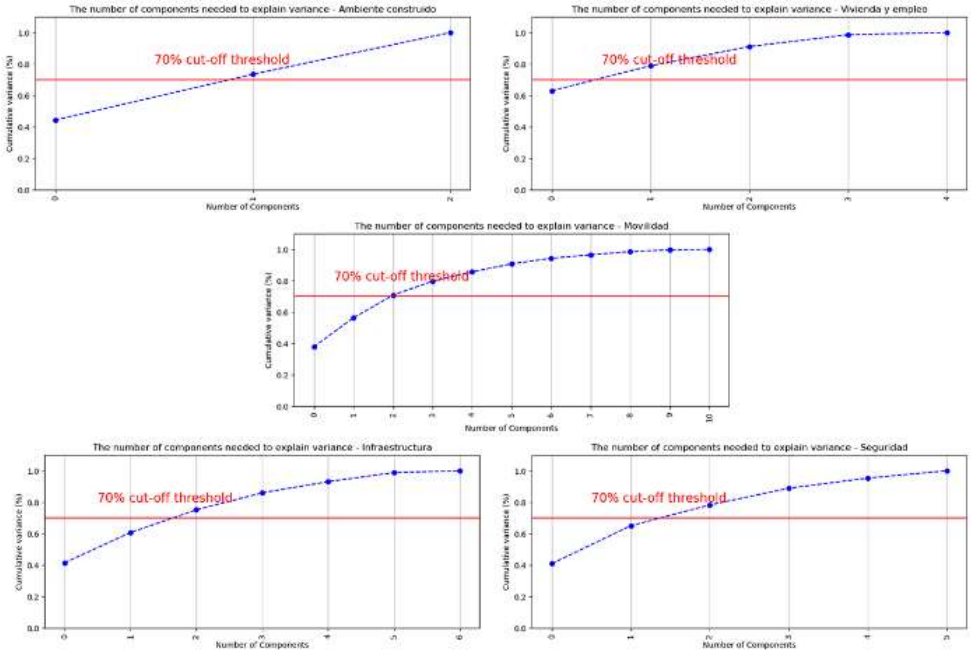
Tabla 2. Los dominios con sus respectivos indicadores

Dominio	Indicador
Ambiente construido	Calidad del aire
	Densidad de árboles
	Ruido
Movilidad	Siniestros
	Reparto modal
	Tiempo de viaje
	Velocidad del tráfico motorizado
	Congestión
	TOI
	Asequibilidad del transporte
Vivienda y empleo	Valor del suelo
	Porcentaje de viviendas sin servicios públicos
	Nivel de educación

	Autocontención laboral
	Balance empleo y vivienda
Infraestructura	Caminabilidad
	Espacio público efectivo
	Niveles de estrés del tráfico para andar en bicicleta
	Índice de la ciudad de 15 minutos
Seguridad	Cámaras
	CAIs
	Iluminación
	Crímenes

A partir de los dominios e indicadores establecidos se corrió el modelo de PCA en cada uno de los dominios, obteniendo que se deben generar: 1 componente para Ambiente construido, 1 para Vivienda y empleo, 2 para Movilidad, 2 para Infraestructura y 2 para seguridad como se observa en la
Figura 3.

Figura 3. Cantidad de componentes elegida para cada dominio



Así mismo, los estadísticos KMO y la prueba de esfericidad de Barlett rectifican el modelo al tener un KMO cercano a 0.6 y rechazar la hipótesis nula tal como se muestra en la Tabla 3.

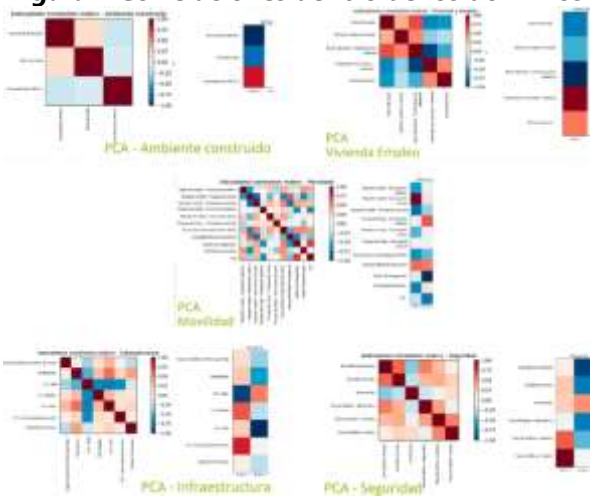
Tabla 3 Validaciones del modelo PCA

Dominio	Estadística	Valor
	KMO	0.57

Ambiente construido	Esfericidad de Barlett P-Value	0.03
Movilidad	KMO	0.59
	Esfericidad de Barlett P-Value	0.0
Vivienda y empleo	KMO	0.71
	Esfericidad de Barlett P-Value	0.0
Infraestructura pública y social	KMO	0.49
	Esfericidad de Barlett P-Value	0.0
Seguridad	KMO	0.60
	Esfericidad de Barlett P-Value	0.0

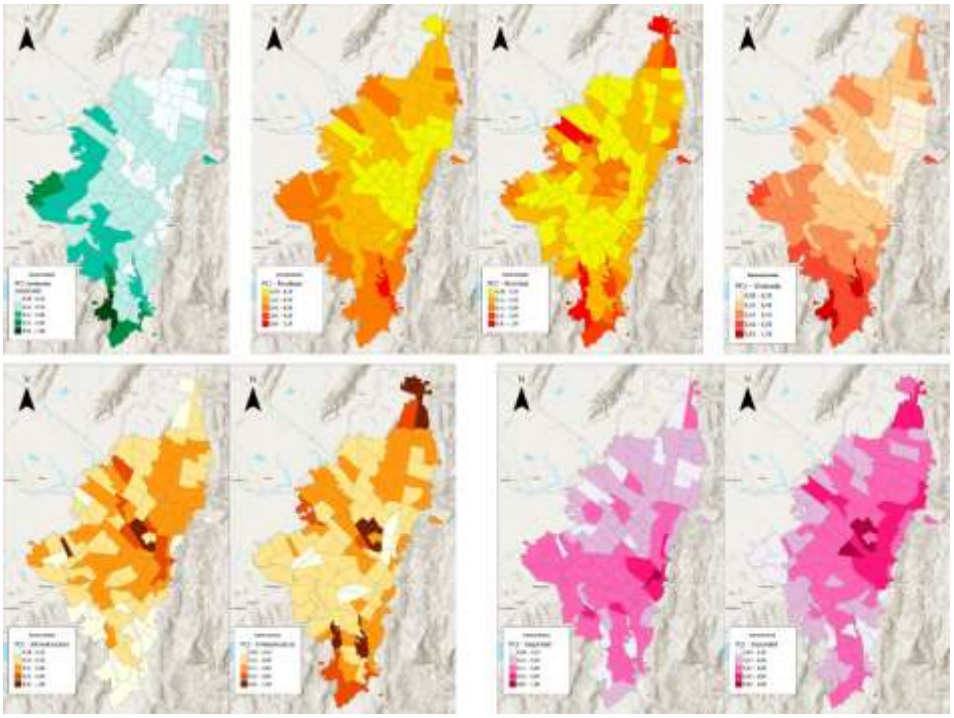
A continuación, en la Figura 4 se encuentran por dominios las correlaciones entre variables de lado izquierdo de cada sección, y de lado derecho las correlaciones de cada indicador dentro del dominio con cada componente correspondiente al dominio utilizando la selección de factores Varimax.

Figura 4 Correlaciones dentro de los dominios



Finalmente, los resultados de los componentes son colocados correspondientes a las UPZ de la ciudad de Bogotá, mostrando una imagen del comportamiento espacial de cada componente resultante, los cuales tienen mucho más sentido después de establecer los nombres que lo representan.

Figura 3 Componentes de cada dominio sobre las UPZ de Bogotá



Dichos componentes son descritos en la tabla 3, obteniendo estos nombres a partir de los indicadores más influyentes por correlación en cada componente en los resultados anteriores y a partir del contexto espacial y real de Bogotá.

Tabla 4 Nombres propuestos de cada componente

Dominio	Componente	Nombre propuesto
Ambiente construido	1	Contaminación y medio ambiente
Movilidad	1	Generación de viajes
	2	Oferta de transporte
Vivienda y empleo	1	Nivel socioeconómico
Infraestructura pública y social	1	Accesibilidad peatonal
	2	Accesibilidad en bicicleta
Seguridad	1	Delitos
	2	Presencia de la fuerza pública

4. Conclusiones

Fue satisfactorio el establecimiento de los indicadores que componen los diferentes dominios propuestos por los equipos de expertos, en donde se ven que múltiples aspectos de la ciudad se relacionan entre sí para que en el futuro se pueda conformar un constructo de habitabilidad.

Se encontró una relación lineal entre los indicadores de cada dominio, donde se transformaron 32 indicadores dentro de los 5 dominios en apenas 10 componentes.

Una vez establecidos los componentes estos fueron graficados sobre mapas de las UPZ de Bogotá, los cuales muestran tener sentido con el contexto real de la ciudad, y así mismo, fueron nombrados para ayudar a describir fenómenos dentro del contexto urbano de la ciudad de Bogotá

5. Agradecimiento

Los autores agradecen la orientación del equipo involucrado en el proyecto CIVICA para la carrera séptima en Bogotá, al Sistema General de Regalías por la financiación, y a la Secretaría Distrital de Planeación, la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de Los Andes. Así mismo, una mención especial a los grupos de investigación: Grupo de Investigación en Movilidad Sostenible (GIMS) de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, al Grupo de Estudios en Sostenibilidad Urbana y Regional de la Universidad de Los Andes (SUR) del cual el profesor Luis A. Guzmán dio importantes aportes, el grupo de Epidemiología de la Universidad de Los Andes (EPIANDES) del cual la profesora Olga L. Sarmiento apoyó con sus conocimientos y experiencias, y finalmente al profesor Jose M. Mayorga por la colaboración en los modelos e interpretaciones.

6. Referencias Bibliográficas

Badland, H., Whitzman, C., Lowe, M., Davern, M., Aye, L., Butterworth, I., … Giles-Corti, B. (2014). Urban liveability: Emerging lessons from Australia for exploring the potential for indicators to measure the social determinants of health. Social Science and Medicine, 111, 64–73. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.04.003

Cerin, E., Sallis, J. F., Salvo, D., Hinckson, E., Conway, T. L., Owen, N., … Giles-Corti, B. (2022). Determining thresholds for spatial urban design and transport features that support walking to create healthy and sustainable cities: findings from the IPEN Adult study. The Lancet Global Health, 10(6), e895–e906. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(22)00068-7

Giles-Corti, B., Saghapour, T., Turrell, G., Gunn, L., Both, A., Lowe, M., … Higgs, C. (2022). Spatial and socioeconomic inequities in liveability in Australia'S 21 largest cities: Does city size matter? Health and Place, 78(October), 102899. https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2022.102899

Higgs, C., Alderton, A., Rozek, J., Adlakha, D., Badland, H., Boeing, G.,… Giles-Corti, B. (2022). Policy-Relevant Spatial Indicators of Urban Liveability And Sustainability: Scaling From Local to Global. Urban Policy and Research, 40(4), 321–334. https://doi.org/10.1080/08111146.2022.2076215

Lowe, M., Adlakha, D., Sallis, J. F., Salvo, D., Cerin, E., Moudon, A. V., … Giles-Corti, B. (2022). City planning policies to support health and sustainability: an international comparison of policy indicators for 25 cities. The Lancet Global Health, 10(6), e882–e894. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(22)00069-9

Pineo, H., Glonti, K., Rutter, H., Zimmermann, N., Wilkinson, P., & Davies, M. (2018). Urban Health Indicator Tools of the Physical Environment: a Systematic Review. Journal of Urban Health, 95(5), 613–646. https://doi.org/10.1007/s11524-018-0228-8

World Health Organization. (2017). Shanghai declaration on promoting health in the 2030 Agenda for Sustainable Development. Health Promotion International, 32(1), 7–8. https://doi.org/10.1093/heapro/daw103

POLÍTICA NACIONAL DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE DEL ECUADOR

Sebastián Guillermo Arias Arellano
A&V Consultores, Quito, Pichincha, Ecuador. sebas_arias@hotmail.com

RESUMEN

La Política de Movilidad Urbana Sostenible del Ecuador (PNMUS) surge de una necesidad de coordinar las políticas públicas actuales con la planificación de la movilidad en las zonas urbanas de las ciudades, de tal manera que el país cuente con una visión de cómo deberán desplazarse las personas y los bienes, al mediano y largo plazo dentro de las urbes.

Actualmente el Ecuador no cuenta con una movilidad urbana sostenible, debido a problemas estructurales en su planificación y gestión, tanto a nivel nacional como municipal. Se requerirá de importantes acciones de los actores claves para superar la situación actual.

Parte fundamental de la PNMUS es el Componente Estratégico, donde se establece como visión que "en el año 2050, en todas las ciudades del Ecuador, tendremos acceso a una movilidad eficiente, equitativa, segura y amigable con el medio ambiente" (MTOP, 2023). Asimismo, se plantean ejes estratégicos con objetivos, metas e indicadores.

También, la Política cuenta con un Plan de Acción, delimitado en cuatro etapas temporales hasta el 2050, donde se proponen las acciones estratégicas a seguir en temas de planificación, gestión, desarrollo de capacidades, financiamiento, institucionales y legales. Esto permite al Gobierno contar con una hoja de ruta clara para la implementación de la PNMUS y su seguimiento.

1. Introducción

El crecimiento exponencial de la población de las ciudades latinoamericanas se deriva principalmente por la migración del campo a la ciudad y en el caso del Ecuador se estima que al 2030 el 75% de la población vivirá en las zonas urbanas de acuerdo con el Banco Mundial. Esta relocalización de las personas trae consigo retos importantes en la movilidad para garantizar una correcta la calidad de vida de sus habitantes.

Consciente de esta problemática, el Ecuador ha dado pasos importantes en la sostenibilidad de sus ciudades, entre los cuales se destacan:
2008 la Constitución Nacional garantiza el derecho a la ciudad.
2010 entra en vigencia el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, que da autonomía a las municipalidades. A partir del 2010 los municipios del país se conocen también como Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GAD).
2015 el país se compromete en alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.
2016 Ecuador firma el compromiso del Acuerdo de París.
2020 creación de la Agenda Hábitat Sostenible del Ecuador 2036.
2023 aprobación de la Política de Movilidad Urbana Sostenible del Ecuador.

2. Diagnóstico

El Ecuador tiene una superficie de 256.370 km^2 y se encuentra dividido en cuatro regiones, amazonia, sierra, costa y la región insultar, con un total de 221 municipios. Existen diferencias marcadas entre sus ciudades, es por eso que, la investigación en una primera instancia categorizó las municipalidades o GAD de acuerdo al tamaño de su población en cuatro tipos: 1)"ciudades grandes" aquellas superiores a un millón de habitantes; 2)"ciudades intermedias" aquellas de menos de un millón y mayores a 200.000 habitantes; 3)"ciudades pequeñas A" aquellas de menos de 200.000 y mayores a 75.000 habitantes; 4)"ciudades pequeñas B" aquellas de menos de 75.000 habitantes.

Se analizó una muestra de 11 ciudades, escogidas aleatoriamente tomando en cuenta el tamaño de su población, ubicación geográfica, modos de transporte disponibles, características económicas e información disponible. Con este análisis se obtuvo el siguiente diagnóstico.

Transporte: El servicio del transporte público está relegado respecto del crecimiento urbano; subsiste una falta de conciencia sobre la importancia de la movilidad urbana sostenible (MUS) y el transporte público convencional urbano; las ciudades grandes

apuestan por modos de transporte masivos y amigables con el ambiente, sin embargo, no existe una eficiente integración modal, de recaudo, información al usuario y además han debilitado las finanzas públicas.

Un aspecto importante y que no ha sido analizado a profundidad por los planes de movilidad es el transporte de mercancías, que actualmente opera en gran parte por organización y gestión privada, sin regulación ni control municipal eficiente.

Tránsito: El crecimiento del parque automotor es acelerado y no hay medidas de gestión para la racionalización del uso del vehículo particular. Por otra parte, persisten políticas de incentivos a la adquisición de vehículos motorizados, así como subsidio a los combustibles.

Tecnología en el transporte: Ecuador está dando pasos hacia la modernización y la innovación del transporte, implantando nuevos modos con tecnología avanzada, como es el caso del Tranvía de Cuenca, la Aerovía de Guayaquil o el Metro de Quito. No obstante, quedan aún iniciativas pendientes de implementar como desarrollo de información abierta (Open/Big data) para la planificación, operación y control del sistema de transporte urbano; incentivos para la electromovilidad, combustibles más eficientes, etiquetado energético vehicular, plataformas digitales sincronizadas para fomentar la intermodalidad, sistemas modernos de recaudo, uso de tecnologías de información para la participación ciudadana y para la seguridad del usuario.

Ordenamiento territorial y planificación de la movilidad: No existe concordancia entre la Estrategia Territorial Nacional (ETN), el Plan Estratégico de Movilidad (PEM) y los planes de movilidad urbana que algunos GAD han implementado. Esto devela un vacío estructural de la movilidad en general y de Movilidad Urbana Sostenible en particular como política de Estado y una debilidad notoria del sistema de planificación del País. Además, existe una falta de concordancia entre los modelos territoriales cantonales con los urbanos; estos, salvo pocas excepciones, no brindan las directrices mínimas necesarias para orientar los planes de movilidad urbana. Por lo tanto, la PNMUS debe tener entre sus objetivos ser el instrumento coordinador de la planificación territorial y la movilidad urbana.

Legal y Normativa: No existen normas que traten en forma expresa la MUS, pero si se reconoce que existe un conjunto de derechos constitucionales de las personas que harían posible encontrar algunos elementos de la MUS en el ámbito jurídico. Se identifica a un conjunto de leyes, reglamentos y normas técnicas que tratan sobre la movilidad entendida como la gestión del transporte terrestre, tránsito y seguridad vial; y, por otra parte, sobre la sostenibilidad ambiental y social. Las normas de ordenamiento territorial van en forma paralela con la movilidad, así como el de la

gestión ambiental. En el 2021, hubo una reforma de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (LOTTTSV) donde se incorporó un capítulo sobre movilidad sostenible, sin embargo, esta reforma no contempla de forma integral los lineamientos de una política pública.

Gobernanza:_Hay instituciones como el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP), la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) que tienen competencias de regulación y control; los GAD, de gestión de la movilidad TTTSV. Por otra parte, está el Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica y los GAD que tratan sobre el control de la calidad ambiental, la mitigación y adaptación de la lucha contra el cambio climático. El Ministerio de Energía que trata sobre la eficiencia energética y el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) que trata sobre el hábitat. En el campo institucional no hay una instancia que trate directamente sobre la MUS y existen actualmente esfuerzos dispersos para tratar proyectos de MUS. Por lo tanto, la instancia de participación de las partes interesadas necesita fortalecerse, hace falta más información, transparencia y rendición de cuentas en términos generales. En conclusión, se requiere de reformas jurídicas e institucionales, así como de un fuerte liderazgo y acompañamiento del proceso de implementación de la PNMUS.

Financiamiento: La economía ecuatoriana viene afrontando serios desequilibrios financieros que inciden en forma directa en la ejecución de los proyectos de inversión y en la provisión de los servicios públicos; circunstancia que trasciende a los GAD y afecta las finanzas municipales, lo que les impide asumir plenamente el ejercicio de sus competencias en el campo de la movilidad urbana. Los municipios grandes tienen mayor autonomía financiera que los intermedios y pequeños. Por lo tanto, les es necesario acceder a fuentes de financiamiento diversificadas, tanto nacionales como internacionales, que permitan la ejecución de proyectos de inversión pública para la MUS. Sin embargo, los organismos de financiamiento internacional no han tenido acercamientos directos con las ciudades pequeñas o ingresan como bancas de segundo piso, por lo que para este tipo de ciudades les es complicado conseguir financiamiento que no sea del estado central o con recursos propios.

Género y aseguramiento de derechos: Las instituciones nacionales (MTOP, ANT) y los GAD no han incorporado los enfoques de género e igualdad como ejes transversales de su gestión y no articulan con los Consejos Nacionales de la Igualdad y el Sistema de Protección de Derechos para avanzar en ello. Si bien desde los GAD hay algunos esfuerzos en términos de normativa y proyectos para combatir la violencia basada en género en espacios y transporte público, son iniciativas aisladas y carecen de una articulación con las entidades a cargo de la movilidad en dichos GAD y no se encuentran incorporados como parte de sus planes de movilidad.

Calidad y condiciones ambientales: Solo Cuenca y Quito disponen de estaciones de medición de la calidad del aire y solo Quito elabora el "Reporte Anual de la Calidad del Aire en el DMQ", cuyos resultados en 2019 fueron buenos. Por ello, se considera necesario reforzar la red de monitoreo e incorporar la medición de Gases de Efecto Invernadero para disponer de información que permita, por una parte, evaluar la calidad del aire e implantar medidas que mejoren la calidad de vida de las personas y por otra, lograr la implicación de las ciudades en el compromiso del país para el Acuerdo de París, cuyo objetivo es la reducción del 9% de emisiones de GEI en 2025 en el escenario menos ambicioso.

Seguridad vial: El Ecuador al 2021 contaba con un parque automotor superior a los 2.3 millones de vehículos motorizados, de los cuales el 91% son privados. En este mismo período se contabilizaron 21.353 siniestros de tránsito a nivel país, donde el 89.2% de las personas involucradas resultaron lesionadas y el 10.8% fallecieron. La importancia de la seguridad vial en el país es imperativa, ya que los siniestros de tránsito son la principal causa de muerte de los ecuatorianos entre 18 a 25 años de edad. En las zonas urbanas, se estima que únicamente el 3% de la red vial cuenta con infraestructura segregada y segura para la movilidad activa.
En conclusión, la situación de la movilidad urbana en el Ecuador es compleja, no solamente por carencias de políticas públicas sostenibles y una gestión no coordinada con la planificación, sino también por las carencias técnicas y de recursos económicos de las municipalidades. Con estas consideraciones, mediante ejercicios participativos se definió que para superar esta condición se necesitará:

Ilustración 1: Desafíos por superar. Fuente: MTOP, PNMUS (2023)

3. Propuesta

La propuesta para la implementación de la PNMUS está estructurada, en un primer nivel por el Componente Estratégico que propone una visión, ejes y objetivos que

persigue la política. En el segundo nivel se encuentra un Plan de Acción que propone programas, proyectos y medidas para la puesta en marcha de la PNMUS.

3.1. Componente estratégico

Una vez identificada la problemática de la movilidad urbana, fue necesario desarrollar una propuesta de Componente Estratégico que defina la situación de la movilidad que desea alcanzar el país a mediano y largo plazo.

Para esto, se trabajó sobre tres escenarios: el tendencial, pesimista y optimista. Mediante una evaluación multicriterio, se obtuvo un escenario híbrido, ambicioso pero realista, que tiene como horizonte el 2050 para llegar a la par de otras iniciativas internacionales. Además, mediante talleres con una participación de más de 230 actores claves, entre técnicos, funcionarios públicos, sociedad civil, academia, organizaciones financistas, entre otros, se definió como visión que "en el año 2050, en todas las ciudades del Ecuador, tendremos acceso a una movilidad eficiente, equitativa, segura y amigable con el medio ambiente" (MTOP, 2023).
Para llegar a la concreción de la visión, es necesario trabajar en siete ejes estratégicos con los siguientes objetivos.

Ilustración 2: Objetivos de la PNMUS. Fuente: MTOP, PNMUS (2023)

3.2. Plan de acción

El plan de acción de la PNMUS está constituido por programas, proyectos y medidas, que se derivan de los ejes del componente estratégico. Los proyectos y medidas se encuentran alineados a los objetivos de la política, sin embargo, la diferencia entre ambos radica en que los proyectos están orientados a nivel nacional con responsabilidad directa de los organismos públicos del Estado, mientras que las medidas están orientadas a las municipalidades ya que por su autonomía son las responsables de su ejecución. A continuación, se presenta un ejemplo.

Tabla 1: Ejemplo de proyectos y medidas de la PNMUS. Fuente: MTOP, PNMUS (2023)

EJE	PROGRAMA	PROYECTO	MEDIDA	INDICADOR
MOVILIDAD Y TECNOLOGÍA	SEGURIDAD VIAL	Promoción de la movilidad activa segura	Fomento de la creación de itinerarios peatonales y ciclistas de calidad y seguros	% de las ciudades del país que han implementado al menos un proyecto de creación de itinerario peatonal o ciclista de calidad y seguro
			Fomento de la intermodalidad con el transporte público	% de ciudades con respecto al total de ciudades que cumplan los requisitos que cuentan con un sistema de bicicleta pública

Por las limitaciones de las municipalidades y del Gobierno se determinó que la implementación de los proyectos y medidas está condicionada por cuatro líneas de acción: desarrollo de capacidades, estrategia de financiamiento, reformas legislativas y un plan de medición.

Desarrollo de capacidades: La falta de capacidad técnica en gran parte de las municipalidades en temas de movilidad y transporte debe ser solventada previamente al desarrollo de proyectos y medidas de la PNMUS, ya que los técnicos municipales serán los principales encargados de identificar y analizar los problemas, requerir asistencia técnica y ser contraparte durante todas las etapas de los proyectos.

Por la importancia de esta línea de acción, la PNMUS propone una Estrategia de Desarrollo de Capacidades con objetivos a corto y largo plazo. El objetivo a corto plazo es el capacitar a los profesionales que actualmente están prestando sus servicios en los GAD en los campos vinculados con la planificación de la movilidad o el transporte. El objetivo a largo plazo es reforzar los programas universitarios para que los nuevos profesionales cuenten con capacitación en movilidad sostenible.

Financiamiento: Se propone la siguiente estrategia de financiamiento para los proyectos municipales mediante el siguiente escalamiento:

1. Recursos propios de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales;
2. Transferencias que los GAD reciben del Presupuesto General del Estado;
3. Recursos de la banca de desarrollo nacional (créditos internos);
4. Recursos del sector privado (Alianzas Público-Privadas);
5. Recursos de la Cooperación Internacional (Fondos Verdes);
6. Recursos de los organismos multilaterales de crédito (créditos externos);
7. Recursos que los GAD puedan recibir del Mercado de Valores (emisiones);

Sin embargo, la obtención de recursos económicos para financiar los proyectos es especialmente difícil para las ciudades pequeñas, (192 ciudades de las 221), ya que sus ingresos sirven prácticamente para cubrir costos operativos por lo que no tienen capacidad de endeudamiento, además de afrontar déficits en liquidez.

Un requisito para optar por estos recursos verdes es que los GAD deberán etiquetar sus proyectos de movilidad sostenible, porque, por ejemplo, actualmente no existe distinción entre proyectos viales y proyectos de transporte público. Asimismo, estos fondos deben ser coordinados mediante el Comité Intersectorial del Cambio Climático en la Mesa de Movilidad, con un representante del MTOP.

Otro punto importante, es cambiar la fórmula de distribución de los recursos de las municipalidades por la matriculación vehicular. Actualmente, la fórmula de distribución de los ingresos a los GAD se basa en el número de vehículos matriculados en el cantón, es decir, a mayor número de vehículos, mayor es el ingreso de la municipalidad, tema contraproducente para la sostenibilidad de la movilidad urbana. La propuesta que recoge la PNMUS es el cambio de la formula, donde el reparto se basa en criterios de movilidad sostenible. Esto implicará que el Gobierno deberá recabar información sobre los criterios anualmente para la distribución de los recursos a los GAD.

Por último, la PNMUS plantea la creación de un Fondo Nacional de Financiación MUS (FNFMUS) que se fondeará con aportes de los 221 GAD, el Gobierno Nacional, Cooperación internacional, Multilaterales y Sector Privado. Este fondo tiene como objetivo financiar los proyectos MUS del Plan de Acción de tal manera de garantizar su correcta implementación sin depender de buenas voluntades. Se plantea la figura de un fideicomiso para la administración de este fondo. Los municipios pequeños serán los más beneficiados de este fondo ya que podrán acceder a créditos sin la necesidad de negociaciones con multilaterales como banca de segundo piso.

Si bien es necesario contar con recursos para el financiamiento de los proyectos MUS, al ser el Ecuador un país con problemas económicos graves, es necesario que los

recursos se optimicen y se cuente con una viabilidad financiera previo al inicio de inversiones. Por eso, la estrategia recomienda agotar las instancias de financiación propias, precautelando la rentabilidad de los proyectos.

Reformas legislativas: Para garantizar la legitimidad de la movilidad urbana sostenible, se deberán realizar reformas legislativas y reglamentarias nacionales que viabilicen cambios en la normativa municipal. Dentro de la estrategia legal, se plantea como un primer paso la emisión de un Decreto Ejecutivo; donde por una parte se crea el Consejo Nacional Intersectorial para la Movilidad Urbana Sostenible (CNIMUS), instancia que asegura la intersectorialidad, transversalidad, coordinación y articulación del nivel nacional; y por otra se declarar como Política de Estado la Movilidad Urbana Sostenible que será de obligatorio cumplimiento a nivel nacional.

Una vez se cuente con el Decreto Ejecutivo, se propone la creación de la Ley Orgánica de la Movilidad Sostenible cuyos componentes son:

- Regular el régimen institucional del Sistema Nacional de la Movilidad Sostenible
- Regular la planificación para la Movilidad Urbana Sostenible
- Considerar los Mecanismos de Participación Ciudadana
- Integrar el enfoque de género
- Del Uso y aprovechamiento de la tecnología para el mejoramiento de la gestión del ordenamiento territorial y de la gestión del transporte.

También, con el fin de lograr compromisos institucionales orientados a contribuir al cumplimiento de la PNMUS, se propone que el MTOP a corto plazo suscriba convenios marco interinstitucionales con las instituciones públicas correlacionadas.

Medición, Reporte y Verificación: Para asegurar el efectivo cumplimiento del Plan de Acción, se propone un Plan de Medición, Reporte y Verificación que detalle las metas conseguidas y emita semestral un informe sobre los indicadores.

Para llevar a cabo el plan, se deberá conformar una unidad exclusiva dentro del MTOP para consolidar, sistematizar y analizar la información proveniente de las municipalidades, organismos internacionales y Gobierno Central correspondiente a la movilidad urbana. Se puso a consideración una estructura orgánica mínima para la entidad con responsabilidades y funciones, mecanismos de coordinación y un presupuesto inicial.

Esta entidad tiene una gran importancia, ya que será el eje articulador de préstamos y cooperación entre las organizaciones internacionales, el Gobierno Central y las municipalidades. Esto permitirá que no se dupliquen esfuerzos y se inviertan los recursos de forma eficiente. Además, la entidad podrá servir como un primer filtro de

viabilidad de un proyecto de movilidad urbana sostenible que requiera de recursos internacionales o financiamiento del Fondo de la MUS.

4. Resultados

La Política Nacional de Movilidad Urbana de Sostenible espera resultados medibles respecto de la eficiencia en movilidad urbana y la calidad de vida de sus habitantes.
Se estima que los resultados se podrán evidenciar durante las cuatro etapas del desarrollo de la PNMUS:

Ilustración 3: Etapas de la implementación de la PNMUS. Fuente: MTOP, PNMUS (2023)

Los resultados más importantes por etapa son: 1) En la primera etapa denominada de PREPARACIÓN se expide el decreto ejecutivo, se crear la unidad de MUS en el MTOP, se crear una línea base y el Fondo MUS. 2) En la etapa de PUESTA EN MARCHA se conseguirá que los planes territoriales estén coordinados con los planes de movilidad, se habrá logrado un cambio en la forma de pensar de la ciudadanía respecto de la movilidad y funcionarán los sistemas de gobernanza, planificación, capacitación y seguimiento. 3) En la etapa de AVANCE, las ciudades grandes e intermedias habrán conseguido implementar las medidas de movilidad sostenible y se evidenciarán impactos positivos en la calidad de vida de sus habitantes, asimismo, se expondrán aprendizajes y hallazgos sobre la nueva forma de movilizarse. 4) Las ciudades pequeñas no tendrán problemas de movilidad porque existió una correcta planificación y control territorial, sus políticas de movilidad se enfocan en la sostenibilidad. En esta etapa final el Ecuador estará preparado para nuevos retos en su movilidad.

5. Conclusiones

El Ecuador hasta la presente fecha no cuenta con una movilidad urbana sostenible. Existen problemas estructurales en su planificación y gestión de la movilidad, lo que

requerirá de importantes acciones desde el Gobierno Central, Municipalidades, organismos internacionales y ciudadanía para su remediación.

La PNMUS establece la forma en la cual el Ecuador se deberá movilizar hasta el 2050. Define objetivos y líneas de acción claras para cambiar la situación actual.
En la parte legal, es necesario reformar la LOTTTSV, expedir mediante decreto ejecutivo la vigencia de la PNMUS que establece la creación del CNIMUS y propone un borrador de la Ley Orgánica de Movilidad Urbana Sostenible.

Se plantea el financiamiento de los proyectos MUS mediante una estrategia de escalamiento. A la par, se deberá crear un Fondo que permita financiar la implementación del Plan de Acción de la PNMUS. No obstante, es necesaria la ayuda económica internacional, especialmente para los proyectos en las ciudades pequeñas. El país tiene que reformar la fórmula de distribución de recursos a los municipios, porque actualmente alienta al crecimiento del parque automotor. En esa línea, se deberá evaluar la continuidad de los subsidios a los combustibles para el transporte terrestre y las facilidades de adquisición de vehículos.

Las municipalidades deberán trabajar juntamente con la AME, la Academia y el Gobierno Central para el desarrollo de las capacidades de sus técnicos en temas de planificación territorial, factibilidad de proyectos, movilidad y transporte.

Para el seguimiento de la implementación de la PNMUS se conformará una nueva unidad, dentro del MTOP, que emita reportes de cumplimiento de metas y realice la coordinación entre los actores para viabilizar proyectos MUS.

6. Referencias Bibliográficas

Asociación TRN Taryet – A&V Consultores (2023), Elaboración de la Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible – PNMU del Ecuador.

Banco Mundial. Emisiones totales de gases de efecto invernadero (kt de CO2 equivalente). 2020.

Estudio de cálculo de distribución de recursos BID: https://issuu.com/coordinacionpnmu/docs/producto_5_formula_de_distribucion_gads_versi_n_fi

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (2023), Elaboración de la Política Nacional de Movilidad Urbana Sostenible – PNMU del Ecuador.

Naciones Unidas. La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago: LC/G.2681-P/Rev.3, 2018.

TRANSFORMACIONES SOCIOESPACIALES ANTE CAMBIOS EN LAS INFRAESTRUCTURAS DE TRANSPORTE. EL CASO DEL ÁREA METROPOLITANA DE VALPARAÍSO (1998-2022)

Alejandro Cortés Salinas
Departamento de Geografía, Universidad Alberto Hurtado, Santiago de Chile. alcortes@uahurtado.cl

RESUMEN

El propósito de la investigación fue evaluar los impactos socio espaciales generados por la construcción simultánea de dos proyectos de infraestructura de transporte en el Área Metropolitana de Valparaíso (AMV, Chile) a inicios de la década del 2000: el mejoramiento del estándar ferroviario a uno de Metro Regional (Metro Regional de Valparaíso) y la construcción de una autopista interurbana concesionada (Troncal Sur).

La investigación analizó los impactos generados por el cambio en las condiciones de circulación a nivel metropolitano medido a través de los tiempos de viajes cotidianos, el ajuste y coherencia de los usos de suelo de los entornos, entendiendo la mejora generada por los proyectos y, por último, evalúa en qué medida la valoración inmobiliaria incorpora en sus precios de venta los beneficios de conectividad y accesibilidad que la infraestructura generó.

Los resultados dan cuenta de una disminución moderada en los tiempos de viaje en Metro Valparaíso, pero con mayor nivel de cobertura a sus estaciones, a diferencia de los viajes vehiculares quienes tuvieron un cambio significativo en los tiempos de desplazamiento y patrón de eficiencia de la red de transporte. Los usos de suelo de los entornos de las estaciones de Metro desarrollaron un comportamiento heterogéneo, donde en algunos casos se acercan a un estándar esperable de entorno DOT y otras, los entornos cuentan con potencial, ya que hoy no existen. Por último, es posible constatar una tenue relación entre el precio de venta de inmuebles y el valor otorgado a la accesibilidad, en coherencia con lo reportado en la evidencia internacional comparada.

1. Introducción

La dotación de una nueva infraestructura de transporte en el territorio siempre genera impactos en su entorno (Maibach y otros, 2008). El tipo y magnitud de éstos, no es algo homogéneo, partiendo por la simple constatación de que el territorio no es un espacio isótropo. De esta forma, los impactos socio- territoriales de los proyectos de transporte deben ser entendidos como todos aquellos posibles efectos, influencias o alteraciones, positivas o negativas, generadas al entorno urbano o alguno de los componentes, como consecuencia de alguna obra pública o privada, en este caso de un proyecto de transporte.

Los principales impactos que hoy se evalúan ante el diseño y planificación de transporte de este tipo de proyectos consideran, en un sentido amplio un enfoque sostenible. Es decir, promover un desarrollo que busque satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social. En los megaproyectos es usual propender hacia un enfoque sostenible a partir de la búsqueda de capturas de eficiencia, factibles de conseguir a partir de diferentes mecanismos.

América Latina y el Caribe es la región más urbanizada del planeta, al concentrar a más del 80% de su población en ciudades (UN-Habitat, 2020). Comprender el papel del desarrollo territorial, la provisión de infraestructuras y los patrones de uso del suelo en la región resulta fundamental para garantizar que el crecimiento sea equitativo y sostenible. Además, la región cuenta con una enorme y creciente brecha de infraestructura, cuyas estimaciones más recientes sostienen que sólo en infraestructura productiva, estas necesidades pueden llegar a USD 2.220.740 millones hasta el año 2030 si se quisieran lograr los objetivos de Desarrollo Sostenible (Brichetti y otros, 2021).

La paradoja reside, según Herce (2009) en el hecho de que la ampliación indiscriminada de estas infraestructuras, fundamentalmente en favor del automóvil, se traduce en un círculo vicioso de mayor dispersión de la ciudad lo que genera, entre otras cosas, un modelo de desarrollo urbano insostenible, de alto consumo energético y de creciente internalización de costos por amplias capas de población.

Una de las expresiones urbanas más violentas es la ampliación continua de las periferias de la ciudad, bajo un patrón que produce profundas diferencias en cuanto al acceso a bienes y servicios urbanos, con heterogéneos niveles de cobertura, los que muchas veces están condicionados a las capacidades económicas de los potenciales usuarios (Figueroa, 2013; Vasconcellos, 2013; CAF, 2017). Esto lleva a que los habitantes

de las zonas de periferia estén obligados a pagar por servicios que en el resto de la ciudad son gratuitos o de menor costo, incrementándose así, frecuentemente, las diferencias en su costo de vida percibido.

2. El caso del Gran Valparaíso y sus proyectos IV Etapa y Autopista Troncal Sur

La región de Valparaíso es, tras la Metropolitana de Santiago, la segunda región más poblada de Chile con 1.815.902 habitantes. Dicha población representa el 10,3% de la población nacional, cuya cifra para el año 2017 equivale a 17.574.003 habitantes (INE, 2018). La distribución de la población regional se concentra en un 53,4% al interior del Área Metropolitana de Valparaíso. El "Gran Valparaíso" o AMV es una conurbación, hoy metropolitana, compuesta por las ciudades y comunas de Valparaíso, Viña del Mar, Quilpué, Villa Alemana y Concón.

La urbanización en el AMV, desde sus inicios, se caracterizó por un desarrollo espontáneo, con situaciones dramáticas de urbanización a partir de la falta de control, ya sea de manera formal o informal, donde la infraestructura de transporte siempre cobra relevancia (Warner & Negrete, 2001-2002). A comienzos de la década de 1990, el Gran Valparaíso contaba con la conurbación consolidada de las áreas urbanas de Viña del Mar y Valparaíso, mientras que las comunas de Quilpué y Villa Alemana se encontraban en proceso de consolidación. Hacia finales de la misma década e inicios de 2000 sectores como El Belloto y Troncos Viejos experimentan un incremento en el desarrollo inmobiliario y la construcción de grandes equipamientos comerciales (MINVU, 2015). El éxito de esta consolidación metropolitana, en gran parte se explica porque el Estado adoptó una estrategia que favoreció el crecimiento urbano desregulado por medio de la flexibilización de la normativa vigente (Panez, 2015).

Durante la década de 1990 e inicios de 2000 ocurrió en el AMV una gran transformación estructural en términos de su infraestructura de transporte. La antigua vía férrea construida en el siglo XIX para la conexión entre las ciudades de Valparaíso y Santiago es refaccionada en un segmento desde la ciudad de Valparaíso hasta Limache para dar cabida al "primer metro regional de Chile". De forma casi simultánea, también se construyó una nueva autopista troncal de 23 kilómetros que permea las mismas comunas, cuyo origen como proyecto es bastante anterior y se remonta al diagnóstico y posterior Plan Regulador Intercomunal de Valparaíso (PRIV) del año 1965. Ambos proyectos eran esperados ante el rápido crecimiento que experimentó el AMV durante las décadas de 1980-1990 y diversificó el patrón centrífugo de localización de proyectos residenciales, reivindicando la tendencia de expansión hacia la zona interior Valparaíso (Muga & Rivas, 2009), pero también favoreciendo la densificación en áreas centrales, particularmente de Viña del Mar.

En tanto, en las comunas de Quilpué y Villa Alemana, la acción conjunta del mejoramiento del Metro y la llegada de la autopista, consolidaron una dinamización inmobiliaria de sectores como El Belloto o Peñablanca, sustentados en mejoras de las condiciones de movilidad generados por la infraestructura provista y eficiencia de los desplazamientos a partir de las mayores velocidades (Valdebenito & Álvarez, 2017), donde la publicidad inmobiliaria sedujo a potenciales nuevos residentes usando estos proyectos de infraestructura como recursos para la atracción.

3. Investigación propuesta y metodología

El propósito de esta investigación doctoral fue comprender y caracterizar los impactos socio espaciales derivados de la mejora de dos infraestructuras de transporte: Metro Valparaíso y de la construcción y puesta en funcionamiento de la Autopista Troncal Sur en las comunas de Viña del Mar, Quilpué y Villa Alemana. La investigación se centró en caracterizar los cambios generados a partir del impacto en la accesibilidad, en términos de eficiencia de los desplazamientos cotidianos (medidos por el tiempo de viaje), el grado de integración de los usos y actividades de los entornos a dinámicas territoriales propias de áreas con niveles mejorados de accesibilidad. Además, estima cuánto de la valoración inmobiliaria de las viviendas (expresado en el precio de venta) es posible de explicar por los cambios en la accesibilidad generados por ambos proyectos de infraestructura.

Los datos requeridos para la construcción del modelo de análisis y obtención de los resultados se diferencian en cuatro componentes. En primer lugar, la red de transporte se construyó a partir de la red vial oficial a cargo del Ministerio de Obras Públicas y la red maestra de calles provista por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) con la actualización realizada el año 2018. Ambos insumos cuentan con las características básicas como medidas de longitud para cada tramo, límites de velocidad, sentido de circulación y tipos de vías. Como complemento, se utilizó el estudio de Actualización Diagnóstico del S.T.U del Gran Valparaíso, etapa II (SECTRA, 2018) en el cual se informan los puntos críticos de congestión y velocidades de circulación dentro del AMV, permitiendo asignar penalizaciones a ejes de forma más precisa y específica.

En segundo lugar, para la caracterización de los viajes sobre la red de transporte se utilizó el reporte de caracterización de hogares provisto en las Encuestas Origen-Destino de viaje efectuadas en los años 1998 (escenario ex ante) y 2014 (escenario ex post) para la zona en estudio. Para calcular las áreas de servicio, complementariamente a la red de transporte, se utilizó la información de los censos de población y vivienda con fecha más próxima a los años de la red de transporte elaborado, siendo éstos los reportes del año 2002 y 2017 con información de hogares y viviendas a nivel de manzana censal.

En tercer lugar, para caracterizar los entornos de las estaciones de Metro Valparaíso y acceso a la autopista Troncal Sur, se utilizaron datos primarios y secundarios. Los datos primarios se recolectaron con levantamiento en terreno a cada entorno de estación, en un área de influencia de 250 metros desde cada acceso. Como base de datos secundaria se utilizó el registro de patentes comerciales, provisto por el Servicio de Impuestos Internos con actualización al mes de junio del año 2022; bases cartográficas de equipamientos y servicios públicos provistas en la plataforma de infraestructura de datos geoespaciales IDE-Chile, de acceso público y descarga liberada desde su sitio web. La información sobre el perfil de pasajeros que utilizan las estaciones del Metro Valparaíso consideró un reporte entregado directamente por la institución mediante solicitud por transparencia, obteniéndose un perfil tipo para día laboral correspondiente al mes de octubre de 2022. En cuarto lugar, para disponer de información sobre las transacciones históricas de viviendas en el área en estudio se recurrió a los anuncios en periódico.

La metodología específica de propuesta y cálculo de los indicadores de accesibilidad desarrollados, así como su interpretación exhaustiva puede ser revisada en Cortés (2023).

4. Resultados generales de la investigación

Tanto el mejoramiento de Metro Valparaíso como la construcción de la autopista Troncal Sur aumentaron los niveles de accesibilidad en términos de eficiencia medida en tiempos de viaje. Si la congestión e incremento demográfico habían sobrecargado la red de transporte durante finales de la década de 1990, ambos proyectos incidieron significativamente en disminuir los tiempos de viaje. Sin embargo, los tiempos y distancias promedio de viaje efectivamente realizados según reportan las EOD aumentaron. Esta situación podría estar dando cuenta de un mayor esfuerzo por obtener acceso a empleos y educación localizados a mayor distancia con un mismo presupuesto de viaje.

Específicamente, los viajes en automóvil pasaron de 7 a más de 18 kilómetros en promedio de distancia media. La zona que expresa con mayor énfasis esta tendencia es Peñablanca, en la comuna de Villa Alemana, donde con un presupuesto de viaje de 1 hora permite cubrir toda el AMV, a pesar de que los viajes con motivo laboral analizados en la red actual no superan los 30 minutos, disminuyendo así el tiempo medio de viaje del año 1998 que superaba los 50 minutos. Esta tendencia es similar a la reportada por estudios que evalúan efectos en la accesibilidad en entornos periféricos de áreas metropolitanas con proyectos de autopistas (García Palomares, 2000; Obregón & Ángeles, 2018).

La reducción general de tiempos de desplazamiento permite constatar que ambos proyectos resolvieron de forma significativa un problema histórico de conectividad de las comunas de Quilpué y Villa Alemana con el centro de Viña del Mar. Esta relación es concordante con la condición aún concentrada de oferta de empleos y servicios en este centro urbano, aunque cada vez con un mayor grado mayor de dispersión. También es concordante con los flujos diarios reportados por Metro Valparaíso, donde el perfil de carga da cuenta que entre las estaciones Viña del Mar y Quilpué es el tramo más cargado para todos los horarios en día laboral, con tiempos medios de viaje entre 30 y 40 minutos. Estos valores hacen poco competitivo al metro en relación con el tiempo de viaje en buses urbanos.

En el caso de los desplazamientos vehiculares, además de la autopista se debe también hacer referencia a la creación del par vial Viana-Álvarez en el centro de Viña del Mar, inexistente antes del soterramiento de la vía férrea. La habilitación de este par vial deja en entredicho el propósito inicial declarado para justificar el mejoramiento de Metro Valparaíso, buscando convertir a este medio en la columna vertebral del sistema de transporte público del AMV, bajo un proyecto (IV etapa) que no comprometiese significativamente la ampliación de la oferta de infraestructura.

La actual operación del Metro captura un 1,5% del total de viajes diarios en el AMV. Si bien en el comportamiento global no estaría cumpliendo este rol vertebral, si tiene mucha incidencia y relevancia en los viajes con motivo educacional, así como motivos por atenciones de salud dada la proximidad con recintos de salud ubicados en el entorno de la estación Hospital (antes inexistente).

El indicador de áreas de servicio de las estaciones de Metro hace explícito el impacto de la renovación urbana acontecida como reacción al proyecto IV etapa y mejoramiento del eje Viana-Álvarez y, en menor medida la expansión metropolitana de las comunas de Quilpué y Villa Alemana.

De hecho, las áreas de servicio de acceso a la autopista Troncal Sur, dan cuenta de altos niveles de cobertura, sobre todo a tiempos de viaje en automóvil de 10 minutos, que en el caso de las comunas de Quilpué y Villa Alemana son casi la totalidad de sus áreas urbanas. Esta constatación, sumado a los tiempos de viaje permiten corroborar que actualmente se cumple la promesa de campaña realizada por el exministro y presidente Ricardo Lagos, así como la publicidad inmobiliaria, a excepción de horarios punta y presencia de congestión no habitual.

El indicador de eficiencia de la red reivindica las tendencias antes expuestas, dando cuenta de que en el AMV la construcción de la autopista redujo las impedancias que se traducen en mayor eficiencia de los desplazamientos. Este indicador permite probar

que la construcción de la autopista Troncal Sur es coherente con el propósito de conexión eficiente con fines productivos, para viajes con origen o destino al puerto de Valparaíso. De esta forma, es posible afirmar que la hipótesis propuesta se cumple en su totalidad.

En relación con el segundo objetivo específico, referido al aporte de las nuevas infraestructuras a la integración de actividades y usos de suelo de sus entornos, es posible constatar que el arribo del metro genera una reacción en los usos de suelo de sus entornos. Esto se manifiesta en el incremento de la densidad residencial, comercio y servicios. En este sentido, resultó clave el ajuste normativo realizado por las comunas de Viña del Mar y Villa Alemana el año 2002, los cuales entregaron condiciones de uso mixto a los entornos. En el caso de Quilpué, cuya normativa original del año 1971 se mantuvo hasta el año 2019, sólo entregaba condiciones de uso mixto compatibles con un entorno DOT para estación de Metro en el entorno de la estación Quilpué.

Respecto al nivel de desempeño de los entornos bajo los principios DOT, los entornos cuentan con un comportamiento disímil, lo que es esperable dada la variedad de contextos dentro de un área metropolitana en que se sitúa cada estación (Rodríguez & Vergel-Tovar, 2018). El entorno de la estación Viña del Mar da cuenta de una centralidad metropolitana ya consolidada, con densidades residenciales incrementadas, alta mezcla de usos de suelo compatibles con un entorno DOT y alto nivel de accesibilidad según los indicadores reportados anteriormente.

En el caso de la estación Quilpué, el diseño y proporción de veredas juega muy en contra e impide clasificarla como una estación con alto nivel de consolidación DOT, a pesar de que cualitativamente pudiese parecer. Sin embargo, la mayoría de las estaciones situadas en las comunas de Quilpué y Villa Alemana cuentan con un bajo nivel de consolidación de entorno DOT, a diferencia de lo que reportan estudios sobre estaciones de BRT con características de entorno similares en términos de localización relativa y actividades (Rodríguez & Vergel-Tovar, 2018; Bocarejo y otros, 2022). Esta situación puede convertirse en una oportunidad, inclusive para el entorno de la estación El Salto, cuya clasificación hoy es no consolidada, dados los usos y actividades no afines al DOT, pero con un incipiente proceso de reconversión de predios industriales a edificios de servicios. Se ha demostrado que las estaciones de tren en Hong Kong, con una alta orientación al DOT, suelen aumentar el número de pasajeros a nivel de estación (Cervero & Murakami, 2009). Por tanto, altos niveles de usos mixtos del suelo, el desarrollo compacto, la alta densidad residencial y la presencia de instalaciones públicas ayudan a que los entornos sean exitosos.

En una reflexión más general, los usos de suelo de los entornos tanto de las estaciones de Metro como de los accesos a la autopista Troncal Sur refuerzan las ideas contenidas

en el primer instrumento de planificación territorial que tuvo el Gran Valparaíso en el año 1965 (Plan Intercomunal de Valparaíso, PIV), el cual alentaba al crecimiento en extensión de las comunas de Quilpué y Villa Alemana con la función de ser comunas dormitorio, es decir, de ser receptoras de viviendas y funcionalmente dependientes de las comunas centrales de Viña del Mar y Valparaíso. Esta visión, que pudo ser coherente bajo el contexto de ese período hoy no lo es. Sin embargo, los Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO) y el actual proyecto de actualización de Plan Regulador Comunal de Villa Alemana mantienen esta vocación para su territorio comunal. De materializarse, un entorno DOT podría propiciar accesos adecuados a servicios básicos de comercio cotidiano y propiciar espacios para la intermodalidad, ya que nada de ello hoy acontece. De esta forma, la hipótesis de este objetivo específico se cumple.

El tercer objetivo específico, de vínculo entre la proximidad a las infraestructuras de transporte y los precios de las viviendas del entorno, la hipótesis establecía una relación directa entre parte del valor del inmueble y la proximidad a la infraestructura. Una vez ejecutado el modelo de precios hedónicos, los resultados reportados permiten dar cuenta de la existencia de una relación directa entre la distancia o proximidad a las estaciones del Metro Valparaíso y el valor de venta de las propiedades. Sin embargo, no es del todo significativa, lo que deja la inquietud de probar otras metodologías para poder complementar la explicación y tener mayor respaldo de las tendencias observadas.

En el caso de la Autopista Troncal Sur, no es posible corroborar una relación significativa entre la proximidad de los accesos y el valor de ventas de las propiedades. Panez (2015) expone que previo a la puesta en operación de la Autopista Troncal Sur en el año 2003, en el entorno a la salida Los Pinos (Quilpué) ya se habían construido 3.000 unidades habitacionales de distinto tipo y dirigido a diversos estratos socioeconómicos (principalmente medio y medio-alto), las que se gestaron desde mediados de la década de 1990. Estas viviendas, según las estimaciones aquí realizadas, no habrían capturado, al menos en una relación con el precio de la vivienda, un efecto de valorización anticipada del impacto de la construcción de la autopista.

Entre las posibles explicaciones puede estar el peso equivalente de otras dinámicas metropolitanas en el desarrollo y valorización inmobiliaria en el AMV, donde las decisiones de localización residencial no son evaluadas prioritariamente por el costo de la congestión urbana, ya que el modelo para estas zonas más bien vincula como variables explicativas atributos intrínsecos de la vivienda como la superficie, cantidad de habitaciones, baño, etc. Este resultado puede ser esperable a la luz de la literatura revisada respecto a experiencias con ferrocarriles de cercanía y autopistas interurbanas donde los resultados son disímiles, siendo los sistemas de Metro los que con mayor certeza generan capturas de plusvalía.

5. Referencias Bibliográficas

Bocarejo, J., Vergel-Tovar, E., Urrego, L. F., & Moreno, J. (2022). La ubicación importa: uso de suelo, desarrollo urbano, patrones y desigualdad en transporte. En A. F. Lynn Scholl, Transporte para el desarrollo inclusivo: un camino para América Latina y el Caribe. Monografías del BID; 1021.

Brichetti, J. P., Mastronardi, L., Rivas Amiassorho, M., Serebrisky, T., & Solís, B. (2021). La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe: estimación de las necesidades de inversión hasta 2030 para progresar hacia el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Monografía del BID.

CAF. (2017). Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América Latina. Bogotá: Corporación Andina de Fomento.

Cortés, A. (2023). Transformaciones socioespaciales ante cambios en las infraestructuras de transporte. El caso del mejoramiento del Metro Regional de Valparaíso y la autopista Troncal Sur en las comunas de Viña del Mar, Quilpué y Villa Alemana (1998-2022). Tesis doctoral: Programa de doctorado en Arquitectura y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile. Disponible en: https://repositorio.uc.cl/handle/11534/75396

Figueroa, O. (2013a). Infraestructuras de transporte terrestre, ciudad y movilidad en América Latina. En J. Erazo (Ed.), Infraestructuras urbanas en América Latina. Gestión y construcción de servicios y obras públicas. Quito: IAEN.

García Palomares, J. (2000). SIG y Accesibilidad: Efectos de las Nuevas Autopistas Orbitales de Madrid. Tecnologías Geográficas para el Desarrollo Sostenible, 623-639.

Herce, M. (2009). Sobre la movilidad en la ciudad: propuestas para recuperar un derecho ciudadano. Barcelona: Reverté.

Maibach, M., Schreyer, C., Sutter, D., van Essen, H., Boon, B., Smokers, R., . . . Bak, M. (2008). Handbook on estimation of external cost in the transport sector. Delf: CE Delf.

Muga, E., & Rivas, M. (2009). Mutaciones y cambios en la estructura urbana del Área Metropolitana de Valparaíso. En R. Hidalgo, C. De Mattos, & F. Arenas (Edits.), Chile: Del país urbano al país metropolitano (págs. 201-222). Santiago de Chile: Serie Geolibros N°12, Colección EURE- Libros.

Obregón, S., & Ángeles, M. (2018). Diseño metodológico para estimar indicadores de accesibilidad en entornos periféricos de una zona metropolitana. Estudios Demográficos y Urbanos, 33(1), 111-147. https://doi.org/10.24201/edu.v33i1.1740

Panez, A. (2015). Desarrollo Metropolitano del Gran Valparaíso en debate: divergencias entre discursos y prácticas espaciales de sus actores políticos. Revista geográfica de Valparaíso (51), 112-132.

Rodríguez, D., & Vergel-Tovar, C. (2018). Urban development around bus rapid transit stops in seven cities in Latin-America. Journal of urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability, 11(2), 175-201. https://doi.org/10.1080/17549175.2017.1372507

UN-Habitat. (2020). World Cities Report 2020: The value of Sustainable Urbanization. Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos. https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/10/wcr_2020_report.pdf

Valdebenito, C., & Álvarez, L. (2017). Ni tan cerca ni tan lejos. Red técnica ferroviaria, movilidad y segregación residencial en el Área Metropolitana de Valparaíso. La electrificación y el territorio: historia y futuro. Barcelona: Universitat de Barcelona. http://www.ub.edu/geocrit/Electr-y-territorio/ValdebenitoAlvarez.pdf

Vasconcellos, E. (2013). Urban Transport Environment and Equity: The case for Developing Countries. New York: Earthscan Publications.

Warner, K., & Negrete, J. (2001-2002). Las maquinarias de urbanización en un país en vías de desarrollo: el caso del Gran Vaparaíso en Chile. Revista Geográfica de Valparaíso, N°32-33, 381-408.

VALORACIÓN DE SENDEROS PEATONALES EN MODELO DE USO DEL TRANSPORTE COLECTIVO EN EL VIAJE AL TRABAJO

Victor Mauricio Uribe Florez
Universidad Politécnica de Puerto Rico, Orlando Campus. vuribe@pupr.edu

Alberto M. Figueroa Medina
Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico. alberto.figueroa3@upr.edu

Carlos Aníbal Calero Valenzuela
Universidad del Cauca, Popayán, Cauca, Colombia. ccalero@unicauca.edu.co

RESUMEN

El uso de los sistemas de transporte colectivo en el viaje al trabajo siempre ha sido un tema de estudio de los planificadores e ingenieros del transporte. Un elemento que debe ser tenido en cuenta y que es analizado muy pocas veces en los estudios de uso del transporte es el sendero peatonal que existe entre la parada/estación y el lugar del trabajo. El estudio fue realizado en lugares donde se ubican centros de actividad laboral en Puerto Rico como el Viejo San Juan, Milla de Oro, Hato Rey y Metro Office Park. Este estudio es complemento de un estudio de análisis del uso de transporte colectivo al viaje al trabajo donde se realizaron 410 encuestas. Para la toma de datos se realizó un inventario de infraestructura donde se evaluaron 17 variables de las condiciones existentes de estos senderos peatonales. La variable dependiente utilizada fue "si la persona ha sido usuaria de la transportación colectiva en los pasados seis meses" Los senderos peatonales fueron analizados a través de la herramienta Google Earth, donde se ubicó la estación del Tren Urbano y con radios de un cuarto (¼) y media (½) milla, se trazaron las circunferencias y se determinaron las estructuras encuestadas. Se desarrolló la regresión binomial logística donde se realizaron varios análisis y al final resultaron significativas las variables: Acera continuidad, Ancho típico, Velocidad rotulada, Distancia a la estación/parada y si el edificio se encuentra en un radio de media milla de una estación del Tren Urbano.

1. Introducción

La necesidad de desplazamiento de personas, bienes y servicios hace de la transportación uno de los elementos más importantes para fortalecer el desarrollo económico de una región. La planificación de la transportación urbana es un proceso organizado y racional de colección, análisis y presentación de información sobre los sistemas de transportación (Meyer y Miller, 2001).

El uso y las características del suelo están relacionados directamente con la demanda de transportación. Entre los aspectos principales de esta relación se encuentran los patrones generales de uso del espacio y del suelo que influyen en la transportación y sus necesidades de infraestructura. En las zonas urbanas las necesidades espaciales de la infraestructura de transporte son normalmente mayores que en las zonas rurales y suponen entre un 10% y un 15% del uso total del suelo (Portal, 2003).

El uso de la transportación colectiva está relacionado con las condiciones de peatonalidad del entorno. Esta relación se refleja en la facilidad de caminar para acceder, desde un lugar de origen del viaje, a un sistema de transportación colectiva y salir de las paradas o estaciones, llegar a su destino caminando con seguridad y tranquilidad. La seguridad respecto al crimen en las áreas cercanas a las estaciones tiene una fuerte relación con el uso de la transportación colectiva (Kash y McDonald, 2010).

El objetivo principal de la investigación es determinar a base de un modelo matemático los factores del sendero peatonal entre la parada/estación hasta el lugar de trabajo que influyen en la elección de la transportación colectiva para realizar el viaje al trabajo. Para desarrollar la investigación se efectuó una encuesta a 410 personas y se ejecutó un inventario de infraestructura entre la parada/estación y el lugar donde la persona respondía la encuesta.

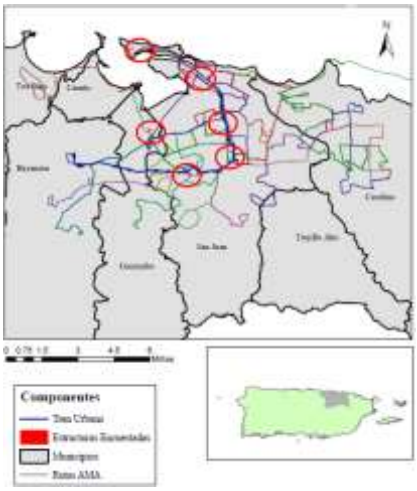
2. Metodología

En el marco de la investigación se buscaba determinar las variables que pueden afectar el uso del transporte colectivo en el viaje al trabajo. Este estudio es el complemento de un análisis de características del sistema y factores socioeconómicos que pueden afectar el uso de los sistemas de transportación. Esta sección de la investigación se basó en las características del sendero peatonal entre la estación/parada hasta el lugar de trabajo, para ello se realizó una revisión de literatura donde se analizaron las relaciones transportación y peatonalidad, se buscó información sobre cómo se ha evaluado la peatonalidad de un sendero y se determinaron los elementos de

infraestructura peatonal que se iban a medir. A base de la hipótesis planteada se determinaron las variables independientes (*Xs*) y la variable dependiente (*Y*) que se iba a introducir en el modelo probabilístico. Una vez definidas las variables, se identificó el modelo matemático con el cual se analizaron los datos. El modelo seleccionado es el Modelo Binomial o de Regresión Binomial Logística. Este modelo permite, a base de un número de variables independientes y con una sola variable dependiente dicotómica, determinar probabilidades. En este caso de estudio, la variable dependiente es la probabilidad de uso de la transportación colectiva como parte del viaje al trabajo. Con esta información se desarrolló un inventario de infraestructura y se determinan las variables o elementos que se deben tener en cuenta para que una persona pueda caminar de forma segura y agradable. Este análisis se desarrolló con el programa SPSS.

Con el propósito de determinar la probabilidad de uso de la transportación colectiva era necesario identificar los municipios que tienen cobertura de los sistemas de transportación. La Autoridad Metropolitana de Autobuses (AMA) cubre con rutas regulares a los municipios de Toa Baja, Cataño, Bayamón, San Juan, Guaynabo, Trujillo Alto, Carolina y Loíza. El Tren Urbano (TU) cubre los municipios de Bayamón, Guaynabo y San Juan. La Autoridad de Transporte Marítimo (ATM) tiene dos rutas de transporte metropolitano en el sistema de lanchas, la primera, une a los municipios de Cataño y San Juan, y la segunda, une dos sectores, (Hato Rey con el Viejo San Juan, esta ruta actualmente está fuera de servicio). Tomando lo anterior en consideración, se determinó como área de estudio los municipios que tienen cobertura urbana de la AMA, ya que incorpora los del Tren Urbano. Durante el proceso de selección del área de estudio se buscó información inherente al tema de investigación, como la cantidad de personas que laboran en los municipios bajo estudio con el fin de determinar el tamaño de la muestra Figura# 1.

Figura #1. Área de estudio



3. Inventario de infraestructura

El estudio del sendero peatonal o inventario de infraestructura peatonal se realizó una vez se terminaron de hacer las encuestas. Ya identificados los edificios encuestados se procedió a diseñar y construir un instrumento de recopilación de información peatonal en función de los elementos que de cierta manera afectan la decisión de caminar y que se encuentran presentes en la ruta o sendero desde la parada/estación de transportación colectiva más cercana hasta el edificio encuestado. El instrumento se creó a base de la revisión de literatura y en observaciones en paradas/estaciones y el comportamiento de las personas que caminaban.

El total de senderos analizados fue de 50, lo que corresponde a las 50 estructuras donde se recopiló la información. Tomando en consideración que el estudio se enfoca en el viaje al trabajo, el análisis de los senderos se realizó en horario de trabajo (8:00 am a 4:30 pm). Algunas estructuras encuestadas tenían justo al frente de ellas la parada de autobuses, otras tenían la parada en la misma acera y otras en calles cercanas.

Una variable de control en el diseño del estudio consiste en que por edificio encuestado no se hicieran más de 15 encuestas, es decir, en un edificio donde se presenten diferentes empresas o gran cantidad de trabajadores, únicamente se pueden encuestar a 15 personas. Esto se realizó con el fin de aumentar la variabilidad de las respuestas respecto al lugar de trabajo y al análisis de inventario de infraestructura peatonal que forma parte de la investigación Figura #2.

Figura #2 Inventario de Infraestructura (1)

INVENTARIO DE CONDICIONES EXISTENTES EN SENDEROS PEATONALES
DESDE UNA PARADA/ESTACION HASTA EL LUGAR DE TRABAJO

Victor M. Uribe
Ubicación estación/parada
DE EDIFICIO _____
PARADA/ESTACIÓN _____
DISTANCIA TOTAL:

ITEM (Vía 1)	UNIDAD	TOTAL	% PORCIENTO
Acera en buen estado	SI / NO		
Acera continuidad	SI / NO		
Acera ancho típico	FT		
Acera ancho máx.	FT		
Acera ancho mín.	FT		
Disponibilidad de acera caminable	SI / NO		
Señalización en intersección (semáforo)	SI / NO		
# Intersecciones	Unidad		
Intersección con señal peatonal funcionando	SI / NO		
Rampas en intersecciones	SI / NO		
Cruce peatonal marcado	SI / NO		
Velocidad rotulada	mph		
# de carriles	unidad		
Protección solar	% de vía		
# lotes y edificios abandonados	% de vía		
Problemas de seguridad vial	SI / NO		
Características del lugar	USO		

NOTAS: DEAMBULANTES.
GRAFITIS.

3.1 Sectores analizados y condiciones presentes

Los lugares donde se realizaron las encuestas y por ende el inventario de estructura peatonal se pueden clasificar en cuatro grandes grupos: 1) Viejo San Juan, 2) Santurce, 3) San Patricio (incluyendo Av. José de Diego) y 4) Hato Rey (incluyendo Río Piedras). Como se mencionó anteriormente, esta selección se realizó principalmente por el conocimiento del investigador del área y la variable de selección del edificio o estructura fue que éstos se deben encontrar a distancia caminable (¼ de milla de una parada de autobuses o ½ milla de una estación de tren) de una parada/estación de transportación colectiva (TRB, 2003).

3.1.1. Viejo San Juan

El VSJ es un gran centro de actividad laboral y turística. Actualmente, allí se ubican la casa del Gobernador, el Departamento de Estado, la Casa Alcaldía de San Juan y otras oficinas Estatales, Municipales y privadas. En la parte exterior se encuentra el Capitolio, Departamento de Hacienda, el Comité Olímpico de Puerto Rico, entre otros. La figura #3 muestra el acceso al estacionamiento del edificio de la estación Covadonga, la rampa no es continua, en la figura #4 se observa un poste de alumbrado obstrucción para los peatones y más aún para las personas en sillas de ruedas.

Figura #3 Acera en el VSJ	**Figura #4 Poste en la mitad de la acera**

3.1.2. Santurce

El área de Santurce comprende desde la Laguna de Condado hasta la estación Sagrado Corazón del Tren Urbano, específicamente en áreas cercanas a las avenidas Juan Ponce de León y Manuel Fernández Juncos. En este sector se realizaron 46 encuestas en siete edificios diferentes (siete senderos peatonales). En esta área se puede identificar un sector principal que corresponde a la intersección de las avenidas Ponce de León con la Ave. José de Diego. Allí se realizaron encuestas en los edificios Minillas Sur, Centro de Bellas Artes de Santurce, Edificio *First Federal*, óptica Pavía y Laboratorio Clínico

Borinquén. Este sector de Santurce presenta una gran densidad de actividad laboral con oficinas de abogados, ingenieros, médicos, entre otros. En el sector se pueden determinar dos contrastes importantes respecto a las condiciones de infraestructura para caminar. Las áreas sobre las avenidas Fernández Juncos y Ponce de León presentan unas buenas condiciones que hacen agradable el caminar, aceras anchas, la mayoría en estado óptimo para caminar, protección del sol a base de los edificios, árboles y continuidad en las aceras, Figura #5. El contraste es la Avenida de Diego desde la Ponce de León hasta la Fernández Juncos, en este sector las aceras son más angostas. Hay una topografía un poco fuerte al llegar a la Ponce de León. Las intersecciones, aunque la mayoría están rotuladas y presentan rampas en las mismas, éstas se encuentran en malas condiciones Figura #6

Figura #5 Acera con protección de arboles

Figura #6 Rampa de impedidos

3.1.3. San Patricio

El área de San Patricio incluye a *Metro Office Park* (MOP), lugares cercanos al Centro Comercial de San Patricio Plaza y dos estructuras donde se realizaron encuestas en la Avenida Roosevelt con la Avenida De Diego. Cada uno de estos sectores presenta unas características particulares, en MOP las aceras son constantes en 7 pies de ancho, las intersecciones se encuentran marcadas para los peatones, inclusive presenta un tipo de pavimento diferente en las intersecciones Figura #7. En algunos sectores cercanos al Centro Comercial sobre la Avenida Roosevelt durante el desarrollo de la encuesta se encontraban en remodelación de aceras y en otros su condición es muy mala.

Figura #7 Acera en MOP

Figura #8 Poste y vehículos en la acera

Entre la Avenida Roosevelt y la Avenida De Diego, las condiciones de peatonalidad son pésimas, no solo por la condición de la acera sino por los vehículos estacionados Figura #8.

3.1.4. Hato Rey y Rio Piedras

El sector de Hato Rey, Río Piedras, Cupey y Monacillo Urbano corresponde desde el Caño Martin Peña hasta el pueblo de Río Piedras. En el sector predominan bancos, y oficinas empresariales a nivel local e internacional. En él se encuentran las estaciones Coliseo y Roosevelt del Tren Urbano, y por allí pasan diferentes rutas de la AMA y las rutas M2 y M1 de Metrobús. La topografía es principalmente plana, hay protección contra el sol en la mayoría de las aceras principalmente por árboles y por los mismos edificios, se observa mucha actividad social durante el día en las calles. La Figura #9 muestra la condición de la acera frente al edificio Mercantil Plaza. La Corporación del Fondo del Seguro del Estado se ubica exactamente frente a la estación San Francisco, aproximadamente a 200 pies de distancia que separan una estructura de la otra y las condiciones para caminar son las perfectas en cuanto al ancho de la acera, y la distancia, en el periodo de la mañana hay prácticamente un 50% de protección contra el sol, hay rampa para impedidos, pero su cruce no está marcado Figura #10.

Figura #9 Acera y parada de bus

Figura #10 Acera en estación San Francisco

4. Modelo binomial

Los modelos de elección discreta son utilizados en la planificación de la transportación con el fin de determinar la demanda de usuarios en los diferentes modos de transportación disponibles. La demanda en la transportación puede ser caracterizada como la unión de las decisiones de viaje de todos los individuos en un área metropolitana (Meyer y Miller, 2001). Para entender las acciones del usuario, el modelador realiza muestras en distintas situaciones que ocurren. Por ejemplo, para distintas combinaciones de costo y de tiempo de viaje, en autobús y en automóvil. El

objetivo de este tipo de modelos es pronosticar la pertenencia a un grupo a partir de una serie de variables independientes cualitativas o cuantitativas, permitiendo identificar las características que diferencian a los grupos. Además, de identificar cómo influyen las variables regresoras en la probabilidad de ocurrencia de un suceso particular.

El modelo de regresión binaria sería de la forma:

$$P\left(Y=\frac{1}{X}\right)=p=\frac{e^{\beta+\sum\beta iXi}}{1+e^{\beta+\sum\beta iXi}} = \text{(Función de distribución Logística)}$$

Con los datos del instrumento de inventario de infraestructura se desarrolló un modelo binomial que representa la parte de peatonalidad y con los datos de la encuesta se generó un modelo de percepciones y preferencias sobre la transportación enfocada en la transportación colectiva. La variable dependiente utilizada en los dos instrumentos para su análisis fue si la persona ha sido usuaria de la transportación colectiva en los pasados seis meses. Esta pregunta es la pregunta número uno de la encuesta. Al momento de recoger la información de la encuesta se identificó el edificio encuestado y cada una posee una numeración, la cual sirve para parear la información del inventario (sendero peatonal) con la de las encuestas. Así, todas las encuestas de un edificio van a tener las mismas características del sendero.

La codificación de las variables en el inventario no fue necesario modificarlas, ya que las mismas estaban codificadas desde un comienzo con las categorías a analizar. La Tabla 1 muestra la codificación de algunas de las variables del inventario. Las preguntas 4, 5, 8, 12, 13 y 15 son variables continuas donde se indica el valor observado en el lugar. La pregunta 14 indica el valor en porcentaje correspondiente a la protección del sol en el sendero peatonal. Otro dato que se midió fue la distancia en pies desde la parada/estación más cercana al edificio encuestado.

Tabla #1 codificación de variables

PREGUNTA	RESPUESTAS	CODIFICACION
1	SI	1
	NO	0
2	SI	1
	NO	0
3	MENOR 4	0
	MAYOR 4	1
6	SI	1
	NO	0
7	SI	1
	NO	0
9	SI	1
	NO	0
10	SI	1
	NO	0
11	SI	1
	NO	0
16	SI	1
	NO	0

El criterio de selección del sendero es la parada/estación más cercana al lugar de trabajo. Este se basa en el supuesto que una persona puede hacer trasbordo y llegar en la ruta que lo deja más cerca del lugar de trabajo, sin embargo, no necesariamente ese es el sendero o ruta del sistema que utiliza la persona. En algunos de los sectores encuestados únicamente pasa una ruta de la AMA, así que se asume que la parada más cercana al lugar de trabajo es la que la persona va a utilizar. Para hacer un análisis más profundo sobre el sendero que utiliza la persona se pueden hacer entrevistas o que la persona pueda indicar en la encuesta la ruta que toma. Esto podría generar diferentes senderos a los analizados, de igual manera tomaría más tiempo la persona contestando la encuesta. Aunque pueden existir diferentes rutas entre una parada y el lugar de trabajo, para el análisis de este trabajo se determinó seleccionar la más corta.

5. Resultados y conclusiones

Se realizó la regresión binomial logística incluyendo sólo una por una de las variables independientes con la variable dependiente. Para el análisis de las variables se utilizó el programa estadístico SPSS 17. De este primer análisis las variables que resultaron significativas al 95 por ciento de confiabilidad fueron:

Acera en buen estado, Continuidad de la acera, Ancho típico de la acera, Acera disponible, Velocidad rotulada, Número de carriles, Protección contra el sol, Problemas de seguridad, Distancia del sendero. El segundo paso fue unir todas las variables que salieron significativas y analizarlas a base del método *Backward* con el fin de ir eliminando variables y dejar las que mejor explican la relación con la dependiente. De este segundo análisis, resultaron significativas las siguientes variables:

Acera continuidad, Ancho típico, Velocidad rotulada, Distancia a la estación/parada, distancia de media milla de una estación del Tren Urbano. La Tabla 2 muestra las variables que resultaron significativas en el modelo del inventario e indica los valores de Beta que corresponden a los coeficientes de las variables.

Tabla #2 Valores de las variables

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
X1 Continuidad de la acera	1.289	.275	22.017	1	.000	3.630
X2 Velocidad rotulada	-.053	.020	6.862	1	.009	.949
X3 Distancia de la estación	-2.713	1.575	2.969	1	.085	.066
X4 El edificio está en rango de media milla del Tren Urbano	.996	.245	16.577	1	.000	2.706
X5 Ancho típico de acera	1.431	.413	12.005	1	.001	4.182
Constante	-1.208	.753	2.573	1	.109	.299

Para comprender los resultados obtenido, por ejemplo, para la variable continuidad de acera, el valor de B indica que si la acera es continua la posibilidad de uso de la transportación colectiva aumenta. En el caso de la distancia a la estación, al ser el B negativo su interpretación correspondería a que entre mayor sea la distancia del sendero peatonal hacia el lugar de trabajo, menor va a ser la posibilidad de uso de la transportación colectiva ocasional o frecuentemente.

La ecuación del modelo de regresión binomial se define de la siguiente manera:

$$P(u) = \frac{1}{1 + e^{-[\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4]}}$$

Donde:
β_0= constante del modelo,
$\beta_1, \beta_2, \ldots \beta_n$ = coeficientes de las variables,
$X_1, X_2, X_3, \ldots X_n$ = variables del modelo.
Algunos de los hallazgos principales encontrados en el inventario de infraestructura sobre los 50 senderos evaluados son:

- 86 por ciento de los senderos analizados tienen aceras en buen estado.
- 68 por ciento de los senderos tienen acera continua.
- 7 senderos no tienen aceras en buen estado ni tienen continuidad en la misma.
- Donde había acera. el ancho mínimo fue de 2 pies y el máximo de 20 pies.
- 18 senderos ubican la parada/estación en la misma acera del edificio.
- El número máximo de intersecciones en un sendero fue de 5.
- Los lugares con peor condición en las aceras fue el área aledaña al Centro Comercial de San Patricio Plaza en dirección de la Avenida Roosevelt.
- Las mejores condiciones de acera están en *Metro Office Park*.
- De las intersecciones analizadas, en solo una había señal peatonal funcionando, esta se ubica en la PR21 intersección con la Avenida De Diego, cerca de las instalaciones de la AMA.
- Todos los inventarios se realizaron en Zona Urbana, por tal razón las velocidades rotuladas eran de 25 o 35 mph, había unos sectores escolares con 15 mph.
- 18 senderos de donde se realizó el inventario tenían 3 carriles vehiculares, 18 de 2 carriles, 7 de 4 carriles, 6 de un carril y 1 de 5 carriles
- No había un sendero con 100% de protección contra el sol, el máximo era de 80%, esta protección se daba a base de árboles o de los mismos edificios.
- 15 de los senderos analizados no presentaban ningún tipo de protección contra el sol, había otros que tenían variación en la protección del sendero.
- En 29 senderos no se percibió problemas de seguridad vial.

De acuerdo con el inventario de infraestructura, la principal conclusión se refiere a la acera. El ancho de la acera y la continuidad son las variables más relevantes que se relacionan con el uso de la transportación colectiva en el modelo. Un sendero peatonal

con la acera mayor de cuatro pies de ancho es más susceptible a ser usada como ruta entre la parada/estación y el lugar de trabajo de la persona encuestada. Otro elemento significativo es la continuidad de la acera, esta característica en los modelos donde fue analizada resultó significativa. El 61% de los usuarios ocasionales o frecuentes trabajan en edificios que se encuentran en un radio de media milla de distancia desde una estación.

El propósito de esta investigación es demostrar la importancia de las características del sendero peatonal en el modelo de probabilidad integrado con las características del viaje al trabajo. Como la investigación demuestra la hipótesis, se recomienda para futuras investigaciones, ampliar el rango de la investigación e integrar en un modelo de elección modal (*logit* multivariado) diferentes modos con el propósito de determinar la probabilidad de uso de cualquier modo en el viaje al trabajo integrando las características del sendero peatonal.

6. Referencias Bibliográficas

AASHTO. (2004). Guide for the Planning, Design, and Operation of Pedestrian Facilities. 1stEdition. American Association of State and Highway Transportation Officials. Washington D.C.

AASHTO. (2005). Handbook on Integrating Land Use Considerations into TransportationProjects to Address Induced Growth. Washington D.C.

Aguayo, M. (2012). Cómo hacer una Regresión Logística con SPSS© —paso a paso‖. (1). Fundación Andaluza Beturia para la Investigación en Salud.

Brown, J. and Neog D. (2008). Urban Structure and Transit Ridership: A Reexamination of the Relationship in the United States. Transportation Research Board, Washington DC.

Departamento del Trabajo de Puerto Rico, (2013). Estadísticas de Desempleo por Municipios, extraído el 25 de agosto del 2013 de http://www.dtrh.gobierno.pr.

Freeland A, Banerjee S, Dannenberg A, Wendel A. (2013). Walking Associated With Public Transit: Moving Toward Increased Physical Activity in the United States. Am J Public Health. Mar; 103 (3):536-42. doi: 10.2105/AJPH.2012.300912. Epub 2013 Jan 17.

Garber, N. y Hoel, L. (2009). Traffic and Highway Engineering. Fourth Edition. Thomson.

Giuliano, G. (1988). New Directions for Understanding Transportation Land Use. Institute of Transportation Studies. University of California Irvine.

Kash, G. And Mcdonald, N. (2012). Travel Behavior and Perceived Barriers to Walking More Frequently: An Analysis of Relationship Between Mode Choice and Attitudes in California. Transportation Research Board. Annual Meeting.

Litman T. (2012). Land Use Impacts on Transport. How Land Use Factors Affect Travel Behavior. Victoria Transport Policy Institute. (www.vtpi.org). Extraído en septiembre 2013 de http://www.vtpi.org/landtravel.pdf.

Meyer, M., and Miller, E. (2001). Urban transportation planning: A decision-oriented approach. Boston: McGraw-Hill.

Portal. (2003). Transporte y Usos de Suelo. Research for Sustainable Mobility. European Commission. www.eu-portal.net

TRB. (2003). The Transit Capacity and Quality of Service Manual (TCQSM). Transportation Reserch Board, 2003.

Vivas, J. (1974). Historia de Puerto Rico. Ed. Las Américas. Madrid, España.

ÁREAS TEMÁTICAS

FINANCIAMIENTO DE TRANSPORTE Y PARTICIPACIÓN PÚBLICA Y PRIVADA

COBRO DEL ESTACIONAMIENTO EN VÍA COMO FUENTE DE FINANCIAMIENTO DEL TRANSPORTE MASIVO. UTOPÍA O DISTOPÍA EN COLOMBIA - CASO CALI

Ricardo José Peña Lindarte.
Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola. Bogotá D.C., Colombia, rjpenal@unal.edu.co

Saul Andrés Herrera Sanabria.
Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola. Bogotá D.C., Colombia, saherreras@unal.edu.co

RESUMEN

Un inconveniente latente en cuanto a la sostenibilidad de los sistemas de transporte público en Colombia se basa en las fuentes de financiación que la ley establece, entre las que se encuentran los cobros por el estacionamiento en vía, para lo cual mediante un estudio de caso en la ciudad de Santiago de Cali, se estructura un modelo técnico y financiero que permite evaluar que tan efectivo puede ser esta fuente de financiamiento. Para este fin y con base en la recopilación durante tres meses de información primaria mediante la implementación de una prueba piloto en la Zona de Estacionamiento Regulado (ZER) San Antonio - Peñón, se diseña y desarrolla un modelo técnico de regresión multivariada para el cálculo de la demanda de estacionamiento por ZER, que involucra variables económicas, de transporte y urbanísticas, y entrega predicciones para el análisis de un modelo financiero de aprovechamiento económico de las ZER, basado en la tarifa y en algunos supuestos de variables macroeconómicas que incluye los gastos de capital y operativos (CAPEX y OPEX), que para el caso en particular de la ciudad de Santiago de Cali, refleja *distopía* al considerar esta fuente de financiación como un alivio para la sostenibilidad del sistema de transporte masivo de la ciudad.

Palabras claves: movilidad urbana, estacionamiento en vía, financiamiento de los sistemas de transporte público, planeación del transporte.

1. Introducción

Los sistemas de transporte público en Colombia registran déficits operacionales importantes, es así como para los ocho sistemas integrados de transporte masivo existentes, Transmilenio en Bogotá D.C., Metro y Metroplús en el Valle de Aburrá, MIO en Cali, Transmetro en Barranquilla, Megabús en Pereira, Transcaribe en Cartagena y Metrolínea en Bucaramanga, el gobierno nacional giró en el año 2023, 250 millones de dólares (Gobierno Nacional, 2024), distribuidos en función del número de transacciones y con propósito de cubrir parcialmente su deuda operacional que ha sido acentuada a lo largo del tiempo principalmente por dos factores desencadenantes, cálculo inadecuado de la demanda y crecimiento de la motorización en los viajes urbanos (Jiménez, D., 2017). Deuda agravada por riesgos no contenidos en la estructuración de los sistemas tales como la pandemia en el año 2020 y las manifestaciones multifactoriales del año 2021 que desencadenaron en vandalismo hacia la flota e infraestructura del sistema.

Si bien, la condición ideal financiera de los sistemas de transporte público propende a la auto sostenible, la estructura de costos de inversión y operación especialmente del transporte masivo son altos y difícilmente cubiertos con el recaudo de la tarifa. Por este motivo, el gobierno colombiano ha planteado desde lo jurídico distintas fuentes de financiación como son la contribución por el servicio de garajes o zonas de estacionamiento público, la tasa por congestión o contaminación, la explotación económica del estacionamiento en vía pública, rentas orientadoras y la sobretasa a la gasolina motor corriente y extra, quedando en responsabilidad de los entes territoriales la estimación de los ingresos netos de cada una de las rentas que prevea implantar en su territorio, fijándose así una perspectiva de sostenibilidad (Gobierno Nacional, 2024a).

Es así como en la ponencia se trata como estudio de caso la ciudad de Santiago de Cali en Colombia que mediante un marco metodológico estructurado en los componentes legal, técnico y financiero, se exponen los resultados de la aplicación de una prueba piloto que permite aproximar a la realidad los modelos de gestión asociados al cobro y operación del estacionamiento en vía pública, aclarando las cifras derivadas por la implementación de Zonas de Estacionamiento Regulado – ZER y mediante una discusión deducir la participación de esta fuente de financiamiento como contribución a los sistemas de transporte público masivo y su relación con las demás fuentes de financiamiento que prevé el marco jurídico colombiano.

2. Breve estado del arte

Se reconocen en Latinoamérica experiencias importantes en relación con el cobro del estacionamiento en vía pública, sin embargo, el recaudo de la tarifa se difumina entre los costos de operar y el gasto público de los entes territoriales. Por esta razón la línea base de la presente ponencia y por ende del análisis realizado en el estado del arte para orientar la planificación de la prueba piloto base del estudio, se basa en tres principios orientadores como lo son, la sostenibilidad, el recaudo y la fiscalización.

En esta perspectiva, la sostenibilidad que al ser un concepto multidimensional, en el contexto del transporte y más específicamente si es aplicado a los sistemas de transporte público, se puede concebir como aquellos sistemas que demandan necesidades o requerimientos del presente sin que esto represente un riesgo que comprometa capacidad a las futuras generaciones (Loo & Chow, 2006). Ahora bien, en el ámbito operativo la sostenibilidad debe integrar aspectos ambientales, sociales y financieros; y en cuanto a lo que nos ocupa que es el tema de cobro y por ende el componente financiero de zonas de estacionamiento regulado en vía, se propone concebir el concepto de sostenibilidad como la capacidad del sistema de autofinanciar su operación a partir de recursos derivados del cobro de la tarifa y/o la contribución, y para el caso de estudio incluye la perspectiva que este recaudo contribuya al financiamiento del sistema de transporte masivo.

En cuanto al recaudo, se adopta lo planteado Thompson A. & Strickland A. (2001), quienes lo exponen como el acopio de recursos monetarios y custodia de los mismos hasta satisfacer una obligación; por lo tanto, una caída en los recursos generados por el recaudo puede llegar a generar restricciones para la inversión y el desarrollo de iniciativas. Para el caso de estudio, este concepto es adoptado como la obtención de ingresos, dinero, a partir del cobro de la tarifa y la contribución por el uso de espacio en vía pública por el estacionamiento de vehículos.

Finalmente, la fiscalización corresponde al análisis relativo de la determinación de la obligación tributaria y la verificación del respectivo pago, entendido desde la administración tributaria (Ruíz de Castilla, 2008); y en lo que se refiere al cobro por estacionamiento en vía pública, y basados en múltiples conceptos adicionales, se precisa el concepto de fiscalización desde el ámbito financiero, como el conjunto de procesos de monitoreo, supervisión y control, que van desde el momento que el interesado opta por el uso del servicio de estacionamiento, se obtienen los recursos por el cobro en la tarifa y/o contribución, y posteriormente en la distribución de dichos recursos, incluyendo los mecanismos de control.

En relación con experiencias operativas de Zonas de Estacionamiento Regulado, a nivel Colombia, se destaca la ciudad de Medellín, fundamentadas en racionalizar la ocupación del espacio público, reducir la congestión, mejorar la organización en la vía y por ende la movilidad, fijándose mediante acto administrativo la tarifa del parqueo en vía en relación con el valor permitido en los parqueaderos fuera de vía, implementando así tarifa horaria diferencial por tipo de vehículo y con cobro anticipado (Medellín, 2024). Se denota desde el principio de la fiscalización un sistema que genera ingresos al erario con falencia relevante en el control, ya que no se evidencia entre otros aspectos, la estructura técnica de la tarifa que incluya los costos de puesta en marcha, operación y mantenimiento de las celdas de estacionamiento; así como la destinación específica en los casos de excedentes financieros.

El caso del Rosario, capital de la provincia de Santa Fe en Argentina, en donde se realizan en el servicio de transporte urbano de pasajeros alrededor de 400.000 viajes/día (Municipalidad del Rosario, 2024), se creó la iniciativa de zonas de estacionamiento medido para mejorar la movilidad de la ciudad, con enfoque en la corta duración y alta rotación, desincentivando con la tarifa el tiempo de permanencia en vía. El servicio está concesionado donde el costo de implementación, mantenimiento y operación está garantizado con un canon liquidado con base en el recaudo y en forma complementaria mediante ordenanza el Concejo Municipal fijó un adicional del 20% en la tarifa del Estacionamiento Medido con destino al Fondo Compensador del Transporte Urbano de Pasajeros (Municipalidad del Rosario, 2024a). En este caso el concesionario realiza la fiscalización del sistema, con una supervisión por parte del Ente de la Movilidad de Rosario.

3. Metodología

3.1 Marco legal

Del marco legal en el ámbito nacional, se identifica que el financiamiento de los sistemas de transporte en Colombia se ha transformado del concepto de *auto sostenibilidad* reglado en la Ley 086 de 1989 como *Las tarifas que se cobren por la prestación del servicio de transporte masivo deberán ser suficientes para cubrir los costos de operación, administración, mantenimiento y reposición de los equipos. En ningún caso, el Gobierno Nacional podrá realizar transferencias para cubrir estos costos,* al criterio de *sostenibilidad* que mediante las Leyes 1753 de 2015 y 1955 de 2019, brindan alternativas de financiamiento como la contribución por el servicio de garajes o zonas de estacionamiento público, la tasa por congestión o contaminación, la explotación económica del estacionamiento en vía pública, rentas orientadoras y la sobretasa a la gasolina motor corriente y extra.

De igual modo la Ley 2294 de 2023, específicamente para la contribución por el servicio de estacionamiento en vía, autoriza a los entes territoriales el cobro de contraprestaciones económicas por dicho estacionamiento, y otorgando a los concejos municipales definir los elementos del tributo y el sistema y método poro definir los costos, y los responsables del cobro, declaración y consignación de los recursos recaudados, de manera que el tributo se ajuste a las condiciones locales.

3.2 Caso de estudio y prueba piloto

Santiago de Cali, ciudad capital del departamento del Valle del Cauca localizado al suroccidente de Colombia, con población proyectada de 2.297.000 habitantes al año 2023 (Alcaldía de Santiago de Cali, 2020), desde el año 2009 inició la implementación del Sistema Integrado de Transporte Masivo – MIO, con demanda promedio proyectada de 960.000 pasajeros/día hábil, sin embargo por los déficits de demanda identificados en el inicio de su operación, estudios posteriores pronosticaron demanda promedio de 670.000 PAX/día para los años 2015 y 2016, obteniéndose como máxima demanda real registrada 430.000 PAX/día. Sin mejora de la perspectiva, para el año 2022, superados los eventos de Pandemia Covid-19 y el denominado "estallido social", la demanda de pasajeros del sistema MIO se sitúa en un promedio de 220.000 PAX/día (Ministerio de Transporte, 2021). Situación que ha generado un déficit operacional de 57 millones de dólares acumulado al mismo periodo (Alcaldía de Santiago de Cali, 2023).

Bajo este escenario, la Alcaldía de Santiago de Cali ha optado por establecer un paquete de medidas de salvamento para contribuir a la sostenibilidad de todos los componentes del Sistema Integrado de Transporte Masivo SITM-MIO, listado así: tasa por congestión, contribución por el servicio de parqueadero o de estacionamiento en vía pública, explotación económica por estacionamiento en vía pública, rentas reorientadas de los servicios de movilidad, participación de la sobretasa a la gasolina de motor corriente y extra; y autorización de ingresos no operacionales. Específicamente en cuanto a la destinación de la contribución por el servicio parqueadero o de estacionamiento en vía, se fija hacia la sostenibilidad del Sistema Integrado de Transporte Masivo – SITM MIO y a los costos asociados al diseño, implementación, operación, control, vigilancia y fiscalización de esta medida de contribución (Concejo Distrital de Santiago de Cali, 2023).

En forma complementaria como instrumento de planificación urbana y de direccionamiento para la gestión pública derivado, la Alcaldía de Santiago de Cali cuenta con el Plan Integral de Movilidad Urbana – PIMU (Alcaldía de Santiago de Cali, 2023a), en el cual define requerimientos de gestión integral del estacionamiento en vía y fuera de vía con el fin de racionalizar y ordenar la oferta, optimizar su uso, mejorar la

calidad del servicio y mitigar sus impactos negativos en su ámbito de influencia, delimitando 12 zonas especiales de estacionamiento regulado – ZER y 14 zonas generales de regulación del estacionamiento – ZGER, en el área urbana de Santiago de Cali; y en las cuales se presenta una alta demanda de estacionamiento ligado a intensas dinámicas de actividades urbanas de comercio y servicios entre otros, donde es aplicable la tarifa de contribución por el servicio de estacionamiento (Alcaldía de Santiago de Cali, 2019). En la Figura 1, se detallan las ZER territorializadas en el sector central de Santiago de Cali.

Figura 5. Zonas de Estacionamiento Regulado sector centro de Santiago de Cali

Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali & Universidad Nacional de Colombia, 2019

Para valorar la explotación económica por estacionamiento en vía pública en las ZER, la Alcaldía de Santiago de Cali, caracterizó técnica y normativamente las 12 ZER, revisando la potencialidad de celdas de estacionamiento con base en el análisis de parámetros de caracterización de la oferta tales como jerarquizacion vial, sentidos viales, pendiente longitudinales, anchos de calzada, dinámicas urbanas, concentración de actividades, condiciones socioeconómicas; y límitaciones por zonas patrimoniales especiales, definidas y protegidas en el marco del ordenamiento urbano. En cuanto al parámetro de demanda de estacionamiento, en la Tabla 1 se exponen los indicadores referenciales analizados preliminarmente (Universidad del Valle, 2016).

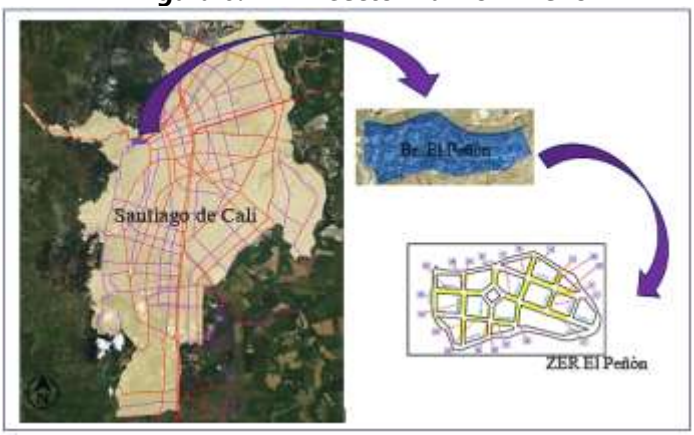
Tabla 5. Indicadores estudio base

Indicador	ZER 1	ZER 2	ZER 3	ZER 4	ZER 5	ZER 6	ZER 7	ZER 8	ZER 9	ZER 10	ZER 11	ZER 12
Rotación día (promedio) para autos en vía por ZER	0,59	2,17	2,48	2,85	5,63	2,92	2,07	2,72	3,6	2,17	2,90	2,39
Estancia promedio de autos en vía por ZER (h)	3,8	2,5	2,7	2,0	1,4	1,3	2,1	1,6	2,0	2,5	1,8	1,2

Fuente: Universidad del Valle (2016)

Como resultado del análisis de potencialidad, la Alcaldía de Santiago de Cali priorizó la ZER-1 San Antonio-Peñón para el desarrollo de una prueba piloto que permitiera estimar ingresos por la explotación económica del estacionamiento en vía y contribuciones al déficit financiero del Sistema Integrado de Transporte Masivo – SITM MIO. Seleccionando el barrio El Peñón, tradicional de Santiago de Cali (ver Figura 2), donde los servicios de loisirs, gastronómicos y comerciales, están concentrados y los visitantes exponen su disposición de pago de parqueo por la oportunidad de contar con una celda de estacionamiento en vía disponible y por el déficit de cupos de estacionamiento fuera de vía en los períodos de máxima demanda. Adicionalmente, las condiciones de oferta vial y tráfico, permitió la definición de celdas de estacionamiento en vía (Alcaldía de Santiago de Cali & Universidad Nacional de Colombia, 2019).

Figura 6. ZER 1 sector Barrio El Peñón



Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali & Universidad Nacional de Colombia (2019)

3.3 Marco técnico y financiero – Prueba piloto

La prueba piloto se realizó posterior a la adopción de los actos administrativos que permitirá el cobro del estacionamiento en vía y la operación por parte de un privado, definiendo 281 celdas de estacionamiento, ver distribución de cupos en la Tabla 6. Al personal de campo se asignó en promedio 15 celdas, equipado con un dispositivo

electrónico con capacidad de recolección de datos incluyendo registro de placas, tipo de vehículo, hora de ingreso y hora de salida, así como la generación del tiquete.

Tabla 6. Oferta celdas de estacionamiento para prueba Piloto

Tipología	Celdas de estacionamiento
Motocicletas	59
Automóviles	217
PMR	5

Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali & Universidad Nacional de Colombia (2019)

El modelo de apropiación de la prueba piloto se realizó en cuatro etapas explicadas en la Tabla 3.

Tabla 7. Etapas de desarrollo para la prueba Piloto

Periodo	Descripción actividad	Horario de operación
Sensibilización (15 días)	Sensibilización e inicio de la pedagogía de los usuarios del estacionamiento en vía (cuidadores, comerciantes y conductores)	Continúo de las 9 h, hasta las 19 h. De lunes a sábado (no festivos)
Pedagogía (15 días)	Continuación de la pedagógica y expedición de folletos y tiquete de estacionamiento no pago	
Acoplamiento (3 días)	Expedición de tiquete de estacionamiento pago, prepago última hora	
Piloto-Cobro (60 días)	Expedición de tiquete de estacionamiento pago, período de gracia de 10 minutos y pregrado última hora	

Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali & Universidad Nacional de Colombia (2019)

Del análisis técnico de los datos, se obtuvo para la prueba piloto ZER 1 sector barrio El Peñón, los siguientes promedios diarios: duración de 0,90 horas, demanda de 886 vehículos/12 horas, rotación de 3,15 y ocupación superior al 50%. Así mismo, se estructuró el modelo explicativo del comportamiento de la demanda de estacionamiento con respecto a las características propias del entorno urbano, las condiciones de la oferta, la rotación y duración en las celdas. Para conocer estas relaciones se utilizó el programa STATA, en donde una vez estructuradas las bases de datos, se corrieron regresiones lineales multivariadas, estableciendo las variables adecuadas para la predicción de la demanda de estacionamientos, calculando el efecto diferencial de cada variable contemplada en la estructura de datos.

El modelo propuesto responde a la estructura $Y = \propto + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_i X_i$; donde "$Y$"es la variable independiente, "α" la constante del modelo, "X" las variables explicativas y "β" los coeficientes estimados del efecto marginal entre cada "X" y" Y", y definido en forma específica así:

$$Demanda = \propto + \beta_1 * \text{Celdas Residencial Alto} + \beta_2 * \text{Celdas Residencial Medio} + \beta_3 * \text{Celdas Residencial Bajo} + \beta_4 * \text{Celdas Equipamento Alto} + \beta_5 * \text{Celdas Equipamento Medio} + \beta_6 * \text{Celdas Equipamento Bajo} + \beta_7 * \text{Celdas Comercial Alto} + \beta_8 * \text{Celdas Comercial Medio} + \beta_9 * \text{Celdas Comercial Bajo} + \beta_{10} * \text{Tiquete Pago} + \beta_{11} * \text{Tiquete No Pago} + \beta_{12} * \text{Tiempo de Gracia} + \beta_{13} * \text{Rotación} + \beta_{14} * \text{Oferta}$$

Este modelo explicado, validado y calibrado, es presentado como línea base para la estimación de la demanda en las demás zonas ZER previstas para la explotación económica del estacionamiento en vía pública para Santiago de Cali, en relación con su contexto urbanístico, económico e indicadores de transporte.

3.4 Modelamiento financiero

La estructuración del modelo financiero para las ZER en la ciudad de Santiago de Cali, se soporta con los datos propios de la prueba piloto, tasa horaria definida por uso de estacionamiento en vía pública de US$ 0.72 para automóviles, US$ 0.23 para motocicleta y sin costo para las bicicletas (Alcaldía de Santiago de Cali, 2019a), indicadores de oferta y demanda de estacionamiento en condiciones reguladas y el CAPEX y OPEX, se clasificaron en tres (3) grupos:

- Inversiones en tecnología: soporte para la gestión de la operación, despliegue del sistema del recaudo a través de impulsadores y como fuente generadora de información orientada a la fiscalización y a la proyección de la demanda.
- Inversiones en adecuaciones físicas: señalización y recursos orientados a suplir imprevistos, reposición o mantenimiento.
- Inversiones en socialización: divulgación, comunicación y socialización del proyecto y capacitación del personal.

Finalmente, el modelo financiero para las 12 ZER, se plantea con tres escenarios optimista, esperado y conservador, con períodos de inversión de cuatro años, fase I definiendo oferta de 3.028 celdas de estacionamiento en vía y fase II con 2.619 celdas de estacionamiento en vía, adoptando los supuestos macroeconómicos de inflación de 3,4%, y tasa por uso del estacionamiento en vía y salario mínimo de 6% anual; y crecimiento de la demanda de estacionamiento del 2.5% anual.

4. Resultados y discusión

Analizando la estructura técnica y financiera del modelo para las 12 ZER, se determinan como variables incidentes en la rentabilidad del proyecto, el índice de rotación del estacionamiento, los salarios asignados a los impulsadores y la tasa del

estacionamiento en vía. En el escenario esperado, se estima una rentabilidad del 14%, sin embargo, una disminución del índice de rotación del 10%, los resultados definen un valor presente neto negativo. En relación con un aumento de la tarifa del estacionamiento del 5% se tendrían ingresos aproximados a US$ 110.000 anuales, equivalente al 0.2% de la deuda acumulada al año 2022 del Sistema Integrado de Transporte Masivo – SITM MIO y un decremento de la tarifa en la misma proporción conllevaría a una pérdida de US$ 50.000 anuales.

Al final, se evidencia que, para asegurar la auto sostenibilidad del propio proyecto de explotación económica por estacionamiento en vía pública, es necesario gestionar las variables relacionadas con la demanda, la eficiencia operacional y la efectividad en el proceso de fiscalización. Así mismo en función de la estrategia que se plantee en el recaudo, tecnología versus impulsadores, se mejoraría la perspectiva de los ingresos. Sin embargo, a juicio de los autores el cobro del estacionamiento en vía refleja una condición de *distopía*, que distorsiona la naturaleza de su promoción como fuente de financiamiento de los sistemas de transporte público y que en el caso que las ciudades opten por este instrumento de gestión y planificación, se sustenten en estudios técnicos y monitoreo permanente de los indicadores de estacionamiento así como de la fiscalización, que permita asegurar la auto sostenibilidad de las ZER y una perspectiva de ingresos menores al erario público que podría direccionarse a los sistemas de transporte público masivo.

5. Referencias Bibliográficas

Alcaldía de Santiago de Cali, 2023. Recuperado el 30 de enero de 2024, de https://www.cali.gov.co/gobierno/publicaciones/174042/la-ciudad-no-puede-seguir-soportando-el-deficit-del-mio-alcalde-ospina/

Alcaldía de Santiago de Cali, 2023a. Decreto 4112.010.20.0159 de 2023. Por el cual se actualiza el Plan de Integral de Movilidad Urbana – PIMU adoptado por el Decreto 4112.010.20.0332 de mayo 18 de 2019". Recuperado el 31 de enero de 2024, de https://www.cali.gov.co/documentos/6571/administracion-distrital-aclara-implementacion-del-plan-de-movilidad-urbana/

Alcaldía de Santiago de Cali, 2019. Decreto 4112.010.20.0332 de 2019. Por el cual se actualiza el Plan de Integral de Movilidad Urbana de Santiago de Cali adoptado mediante Decreto 4112.010.20.0615 de 2008, se incluye el Plan de Estacionamientos, y se establecen otras disposiciones. Recuperado el 31 de enero de 2024, de https://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones/103061/actualizacion_pimu_vision/

Alcaldía de Santiago de Cali, 2019a. Decreto 4112.010.20.0572 de 2019. Por el cual se actualiza se fija el valor de la tasa por hora por el derecho de estacionamiento en vía pública en Santiago de Cali y se dictan otras disposiciones.

Alcaldía de Santiago de Cali, 2020. Análisis de Situación Integrado de Salud de Santiago de Cali. Secretaría de Salud Pública. Recuperado el 30 de enero de 2024, de https://www.valledelcauca.gov.co/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=viewpdf&id=50418

Alcaldía de Santiago de Cali & Universidad Nacional de Colombia, 2019. Productos 2, 3, 4 y 5. Contrato Interadministrativo 4152.010.27.1.2019. Realizar un análisis de alternativas para la implementación, operación y sostenibilidad del Sistema de Estacionamiento en vía pública, y el recaudo, control y fiscalización de las 12 Zonas de Estacionamiento Regulado – ZER – del Municipio de Santiago de Cali, que abarque los componentes técnico, financiero y social y que presente las recomendaciones e insumos para la ejecución y puesta en marcha del sistema bien sea por la administración central, por alguna de las figuras legales de asociación pública – privada o por un tercero.

Concejo Distrital de Santiago de Cali, 2023. Acuerdo 0563 de 2023. Por el cual se modifican los Acuerdos 0401 de 2016 y 0452 de 2018 y se dictan otras disposiciones. Acuerdos 2023. Concejo de Cali. Recuperado el 31 de enero de 2024, de https://www.concejodecali.gov.co/documentos/5008/acuerdos-2023/?genPagDocs=2.

Gobierno Nacional, 2024. Ministerio de Hacienda distribuyó y ordenó el giro de recursos para cubrir déficit operacional de Sistemas Integrados de Transporte Masivo. Presidencia de la República. Recuperado el 10 de enero de 2024, de https://petro.presidencia.gov.co/prensa/Paginas/Ministerio-de-Hacienda-distribuyo-y-ordeno-el-giro-de-recursos-para-cubrir-deficit-operacional-de-Sistemas-230905.aspx.

Gobierno Nacional, 2024a. Ley 86 de 1989 - Gestor Normativo. Recuperado el 10 de enero de 2024, de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=3426.

Loo, B. & Chow, S., 2006. Sustainable urban transportation. Concepts, policies, and methodologies. Journal of Urban Planning and Development, *132(2), pp.76-79*.

Jiménez, D., 2017. Sistemas BRT en Colombia: Una aproximación a la evaluación de los factores asociados a la demanda que pueden generar bajo uso de los sistemas-caso de aplicación BRT Santiago de Cali.

Medellín, 2024. Astrea - Medellín - Acuerdo 38 de 1994 CONMED. Distrito Especial de Medellín. Recuperado el 22 de enero de 2024, de https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/a_conmed_0038_1994.htm

Ministerio de Transporte, 2021. Realizar un estudio para estimar la demanda de transporte público en las ciudades que cuentan con Sistemas de Transporte SITM, a partir del año 2023 y hasta el año 2027. Recuperado el 30 de enero de 2024, de https://plc.mintransporte.gov.co/Portals/0/umus/ESTUDIO%20ESTIMACI%C3%93N%20DE%20DEMANDA%20TRANSPORTE%20P%C3%9ABLICO%20-%20IKON.pdf?ver=2022-06-30-132009-463.

Municipalidad del Rosario, 2024. Ordenanza No 9150/2013. Recuperado el 23 de enero de 2024, de https://www.rosario.gob.ar/normativa/ver/visualExterna.do?accion=verNormativa&idNormativa=97391

Municipalidad del Rosario, 2024a. Formas activas de movilidad de la ciudad de Rosario. Recuperado el 23 de enero de 2024, de https://www.cideu.org/wp-content/uploads/Formas-activas-de-movilidad-en-la-ciudad-de-Rosario.pdf

Ruíz de Castilla, F., 2008. Fiscalización Tributaria. Revista Boliviana de Derecho (*5), pp.187-197*.

Universidad del Valle, 2016. Informe final estacionamientos, Estudio de oferta y demanda de estacionamientos en las zonas definidas dentro del plan de desarrollo municipal conforme con el plan integral de movilidad urbana.

Thompson A. & Strickland A., 2001. Administración Estratégica, Conceptos y Casos.

EL IMPACTO FISCAL DE LAS INVERSIONES DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE DE SANTO DOMINGO (SIT-SD)

Carlos Bonnelly Ginebra
Universidad del Caribe, Santo Domingo, República Dominicana. cbongin@ciccp.es

RESUMEN

El documento analiza el impacto fiscal de las inversiones realizadas en el Sistema Integrado de Transporte de Santo Domingo (SIT-SD), detallando cómo estas afectan las finanzas públicas y contribuyen al desarrollo urbano sostenible. Se examinan diferentes modelos de financiación, incluidas las alianzas público-privadas, para determinar su eficacia en la implementación de proyectos de transporte integral. La investigación se enfoca en evaluar la eficiencia, sostenibilidad y retorno económico de estas inversiones, buscando optimizar el uso de recursos financieros en el ámbito de infraestructuras críticas para la movilidad urbana. Asimismo, se discuten las implicaciones de estas inversiones en la calidad de vida de los habitantes y su alineación con las políticas de desarrollo urbano. El estudio propone recomendaciones para mejorar la gestión fiscal y financiera de futuros proyectos de transporte, asegurando que contribuyan de manera efectiva al crecimiento y bienestar de la ciudad.

1. Introducción

La financiación de infraestructuras y servicios públicos ha sido principalmente con cargo a los presupuestos públicos, y la gestión ha sido contratando los organismos públicos la construcción y el mantenimiento a empresas privadas. Sin embargo, las diferentes situaciones económicas, sociales y políticas a lo largo del tiempo, han condicionado la implementación de otros modelos, descentralizando la gestión y financiación a organismos públicos autónomos, o incorporando al sector privado mediante contratos de Alianzas público-Privadas (APP).

Estos modelos de gestión y financiación tienen fundamentalmente dos propósitos: i) allegar recursos financieros privados para acelerar el desarrollo de infraestructuras, sin consolidar en las cuentas públicas; y ii) mejorar la eficiencia y eficacia mediante la gestión privada, retribuyéndole por la transferencia de riesgos.

La mayor eficiencia y eficacia de la gestión privada es consecuencia de su mayor capacidad para maximizar los ingresos (por ejemplo, tarifa o peaje cobrado al usuario), y mayor capacidad para controlar los costes, la innovación tecnológica, y gestionar los riesgos. Esto último es fundamental, ya que si no se logra una sustancial transferencia de riesgo al gestor privado (aquellos en los que este tenga una mayor capacidad de gestión), no habrá ganancia de eficiencia, y además no se logra el primer de los propósitos enunciados, que es conseguir financiar las inversiones del proyecto fuera del balance de la administración pública, según las normas internacionales establecidas en el Manual de Estadísticas de Finanzas Públicas 2014 del Fondo Monetario Internacional (FMI).

Para la transferencia de riesgo al gestor privado, que paradójicamente puede ser una sociedad o cuasi-sociedad pública, es importante establecer los derechos y obligaciones de éste en los contratos, convenios, estatutos o decretos de creación, incluyendo el régimen económico-financiero y otros aspectos del proyecto. Lógicamente, esta transferencia de riesgo al gestor privado resulta más efectiva cuando se realiza mediante un contrato de Alianza Público-Privada con una sociedad privada (en adelante, APP contractual), que cuando se realiza mediante convenios, estatutos o decretos de creación de una sociedad o cuasi-sociedad pública, denominada en adelante APP institucional, tal como lo hace la Comisión de la Unión Europea (Comisión UE, 2004).

En los próximos apartados hago primeramente una clasificación de los modelos de gestión y financiación de infraestructuras y servicios públicos, y a continuación describo el procedimiento establecido en el Manual de Estadísticas Financieras Públicas 2014 del FMI para la clasificación de estos modelos en los sectores de la economía y su

consolidación en contabilidad nacional, y a continuación describo la forma en que se estructuran jurídicamente estos modelos, atendiendo a las prácticas internacionales y a lo establecido en las leyes dominicanas, en especial la Ley Orgánica de la Administración Pública 247-12, la Ley 47-20 de Alianzas Público-Privadas, y la reciente Ley 28-23 de Fideicomisos Públicos, así como las modalidades de financiación en cada uno de ellos.

2. Clasificación de los modelos de gestión y financiación

Los modelos de gestión y financiación se pueden clasificar en dos tipos: aquellos con gestión y financiación públicas y/o privada, y aquellos con gestión privada y financiación pública y/o privada (Ilustración 1). La naturaleza de la gestión, pública o privada, se define por la entidad que posee la propiedad del proyecto y que ejerce control sobre sus distintas etapas: desde la concepción y diseño hasta la construcción, financiación, operación y mantenimiento. De acuerdo con el Manual de Estadísticas de Finanzas Públicas 2014 del FMI, se distinguen dos tipos de propietarios en un proyecto: el propietario legal, quien tiene el derecho legal de reclamar los beneficios asociados con el proyecto, y el propietario económico, que es aquel que recibe los beneficios del uso del proyecto a cambio de asumir los riesgos asociados.

Ilustración 1.- Modelos de gestión y financiación de infraestructuras y servicios públicos

		Financiación	
		Pública	Privada
Gestión	Pública	Se estructura mediante los contratos típicos de obra, operación y mantenimiento (incluso financiación de la construcción), con cargo al contribuyente, a través de los capítulos de gasto de los presupuestos públicos, o la emisión de deuda pública.	Se estructuran mediante organismos autónomos descentralizados del Estado, y las inversiones se financian en cierta medida con cargo a los usuarios. No obstante, se requieren normalmente transferencias de recursos públicos debido a que los precios se establecen con fines de política pública.
	Privada	Se estructura mediante contrato de APP con empresa privada, y las inversiones se financian con cargo al contribuyente, ya que los ingresos del socio privado provienen de los pagos del socio público por peaje sombra o pago por disponibilidad.	Se estructura mediante contrato de APP con empresa privada, y las inversiones se financian con cargo a los usuarios. No obstante, la mayoría de los proyectos de APP requieren Apoyo Financiero Público (directo y/o garantías) para poder estructurar la financiación y ser rentables.

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, se considera que la gestión es pública cuando tanto el propietario legal como el económico pertenecen al sector gubernamental. Esto incluye casos donde el propietario económico es una sociedad o cuasi-sociedad pública no financiera, a la que el ente gubernamental que la controla (y es el propietario legal) ha transferido los riesgos sustanciales del proyecto a la sociedad o cuasi-sociedad pública. Este escenario se conoce como APP institucional. Por otro lado, la gestión es privada cuando el propietario económico es una entidad privada no financiera, que no está bajo el control de la unidad propietaria legal, pero que asume los riesgos significativos del proyecto a través de un contrato de Alianza Público-Privada, o APP contractual. Es importante señalar que, en términos de contabilidad nacional, cuando los propietarios legal y económico son distintos, me refiero al propietario económico, ya que es en esta entidad donde se reflejan los activos y pasivos del proyecto, debido a la asunción de los riesgos principales y la recepción de los mayores beneficios.

Para una transferencia efectiva de riesgos al propietario económico, es esencial definir claramente los derechos y obligaciones en los contratos, convenios, estatutos o decretos de creación. Esto incluye aspectos como el régimen económico-financiero y otros elementos relevantes del proyecto. Esta transferencia de riesgos es generalmente más eficaz mediante un contrato de Alianza Público-Privada con una entidad privada (APP contractual) que a través de convenios o decretos para sociedades o cuasi-sociedades públicas (APP institucional).

En cuanto a la financiación, pública o privada, esta depende del origen final de los recursos, es decir, quién paga en última instancia la infraestructura. Puede ser el contribuyente, a través de los presupuestos públicos (financiación pública), el futuro contribuyente, mediante deuda pública o pagos en contratos de APP (financiación pública diferida), o el usuario, a través de peajes, tasas o precios públicos (financiación privada). También es posible una combinación de estas fuentes (financiación mixta).

No obstante, el término 'financiación' puede tener diferentes connotaciones. A veces, se refiere a los recursos para cubrir la inversión en construcción. En estos casos, la financiación es pública si se realiza con presupuestos públicos (contabilizándose como formación bruta de capital fijo) y privada si se realiza con recursos del mercado financiero, a través de entidades intermediarias públicas o privadas, conocida también como financiación extrapresupuestaria.

Además, la financiación pública o privada puede definirse según el balance donde se reflejen los activos y pasivos del proyecto, según el Manual de Estadísticas Financieras Públicas del FMI al que me referiré en el próximo apartado. En este caso la financiación es pública si el propietario del proyecto es un organismo público (financiación "dentro de balance público"), y privada si el propietario no es un organismo público

(financiación "fuera de balance público"). En ciertos casos, la financiación puede ser mixta, especialmente cuando hay aportaciones públicas presupuestarias para asegurar la viabilidad financiera del proyecto.

3. Procedimiento para la clasificación de los modelos en contabilidad nacional

La clasificación en contabilidad nacional de modelos de gestión y financiación de infraestructuras, como las APP institucionales y contractuales, presenta retos significativos debido a la falta de un estándar global uniforme. Esta situación ha llevado a adoptar modelos descentralizados no tanto como herramienta para optimizar el valor público, sino como estrategia para evitar restricciones fiscales y excluir inversiones y deudas del balance público.

Existen varias normas internacionales que han tratado de abordar este sesgo contable con diferentes metodologías, pero en adelante me referiré al Manual de Estadísticas Financieras Públicas 2014 del FMI, adoptado por el Ministerio de Hacienda de la República Dominicana como estándar para el reporte de estadísticas fiscales, así como para la clasificación presupuestaria y consolidación de las unidades institucionales dentro del Sector Público.

Según el Manual del FMI, para que una unidad institucional, que gestiona y financia un proyecto de infraestructura, pueda ser incluida en el sector sociedades no financieras, y las inversiones que realice no se reflejen en contabilidad pública como gasto de inversión en el momento de su realización, con el correspondiente impacto en deuda imputada por el importe de las inversiones realizadas, se debe cumplir:
Que se cumple el criterio de unidad institucional;
Determinar si está bajo el control público o el privado;
Comprobar si la unidad es productor de mercado, especialmente si se trata de una unidad institucional bajo el control público;
Realizar un análisis de riesgos, para determinar el verdadero propietario económico del activo y pasivo del proyecto.
Estos criterios se desarrollan de forma esquemática en el gráfico de decisiones de la Ilustración 2, y una vez se consigue que la unidad sea clasificada en el sector sociedades no financieras, especialmente si existen pagos de naturaleza presupuestaria de la administración pública, se hace un análisis de transferencia de riesgo, para determinar el verdadero propietario económico del proyecto.

Ilustración 2. – Diagrama de consolidación de las unidades institucionales en las cuentas públicas

Fuente: Manual de Estadísticas de Finanzas Públicas (FMI 2014), y elaboración propia

Aunque el Manual del FMI se refiere principalmente al análisis de riesgo en contratos de APP con sociedades privadas (APP contractuales), el criterio de análisis de riesgo también es de aplicación a las sociedades públicas no financieras, estructuradas mediante organismos públicos autónomos descentralizados (APP institucionales). Según el Manual, "Tales acuerdos se suscriben habitualmente entre una sociedad privada y un gobierno, pero otras combinaciones son posibles, como la participación de una sociedad pública en uno u otro papel… Es aras de la sencillez, la segunda unidad se denominará en adelante la sociedad privada."

Esta paradoja, de que una sociedad pública haga las veces de socio privado, sólo es posible si la sociedad pública actúa como un verdadero socio privado, con autonomía de decisión y criterio de producción de mercado, asumiendo los riesgos y beneficios sustanciales del proyecto, y, por tanto, la titularidad económica del mismo. En caso contrario, todo acto de esta sociedad con terceros se entendería realizado directamente por el socio público, o unidad que la controla, debiendo imputar como gasto la inversión durante su realización, y como deuda pública el mismo importe.

3.1. Criterio de unidad institucional

Una unidad institucional se define por su autonomía, capacidad de gestionar activos, tomar decisiones económicas, asumir responsabilidades legales, contraer pasivos y firmar contratos. Estas características, según el FMI, son esenciales para que una entidad opere efectivamente en la economía, realizando actividades económicas y manteniendo un sistema completo de cuentas, incluido un balance. Su correcta identificación es vital para la contabilidad y las estadísticas financieras públicas,

ayudando a estructurar la economía y a realizar un seguimiento preciso de transacciones y consolidaciones de cuentas.

3.2. Control público o privado de la unidad institucional

Para determinar si una unidad institucional está bajo control público o privado, se examina su estructura y funcionamiento según el esquema propuesto. Una entidad operando con objetivos comerciales sin estar sujeta al control público indica una gestión privada, típico de ciertas APP. En contraste, entidades con objetivos públicos y un consejo dominado por nombramientos públicos sugieren un control estatal. Factores como la mayoría de votos en el consejo, la designación del personal directivo, la orientación de las políticas por normativa pública, la administración pública como cliente principal y el grado de financiamiento estatal son decisivos. La presencia de uno o más de estos factores determina la clasificación de la unidad como pública o privada.

3.3. Productor de mercado

Una vez identificada como unidad institucional, se evalúa si la entidad es un productor de mercado para su inclusión en el sector de sociedades no financieras. De acuerdo con el FMI, los productores de mercado ofrecen bienes o servicios a precios que influyen en la oferta y demanda. Las entidades privadas, como las implicadas en APP contractuales que venden directamente a usuarios, califican automáticamente si sus precios impactan el mercado. Las unidades públicas necesitan demostrar que al menos el 50% de sus costos son cubiertos por ingresos de ventas sostenidamente, con ingresos derivados de competencia real en el mercado. Los costos considerados abarcan desde consumos intermedios hasta impuestos sobre producción y gastos por intereses.

3.4. Análisis de riesgos

Para determinar el propietario económico de los activos y pasivos de una sociedad no financiera, se evalúan los riesgos y beneficios del proyecto, enfocándose en quién asume los principales riesgos. Esto aplica tanto a sociedades privadas (APP contractuales) como a públicas (APP institucionales). Los riesgos clave incluyen riesgo de construcción (sobrecostos, retrasos, incumplimientos de normas, riesgos ambientales), riesgo de disponibilidad (costes de mantenimiento y financiación, penalizaciones por no cumplir especificaciones), riesgo de demanda (variaciones en la demanda esperada), riesgo de valor residual (valor del activo al final del contrato inferior al esperado) y concesiones de garantías o cláusulas de rescisión favorables. El propietario económico será quien asuma principalmente los riesgos de construcción, demanda o disponibilidad. La financiación mayoritariamente pública o garantías que

cubran la financiación impiden una transferencia efectiva de riesgos. Si la sociedad no asume estos riesgos y la administración pública es el principal garante, se considerará deuda pública el total invertido en la infraestructura, registrando los pagos de la administración a la sociedad como reembolso de deuda, incluyendo operaciones no monetarias si no hay pagos reales.

4. Modelos de gestión pública

En el modelo de gestión pública, la administración pública, dotada por ley de competencias específicas, es tanto el propietario legal como, en ocasiones, el económico de proyectos. Cuando la propiedad económica recae en una entidad pública no financiera, esta recibe los beneficios del proyecto por haber asumido sus riesgos. La financiación puede ser pública, a través de contribuyentes; privada, por usuarios; o mixta, combinando ambas fuentes.

4.1. Gestión y financiación pública

La administración pública gestiona y financia proyectos de infraestructura mediante contratos que varían según el alcance y tipo de proyecto, financiados por presupuestos estatales y regulados por la legislación. En la República Dominicana, la administración pública utiliza contratos regulados por la legislación para la gestión y financiación de proyectos de infraestructura, con fondos estatales. Estos abarcan desde construcción exclusiva hasta modelos integrados que incluyen diseño, operación y mantenimiento, donde el contratista puede actuar como prestamista con riesgos a largo plazo retenidos por el estado. La Ley 340-06 de Contratación Pública y la Ley 498-06 de Planificación e Inversión Pública establecen los marcos para estos contratos, incluidos estudios de factibilidad necesarios, mientras se discuten reformas para mejorar la ejecución de proyectos públicos.

4.2. Gestión pública y financiación privada o mixta

En el modelo de gestión pública con financiación privada o mixta, entidades públicas autónomas manejan infraestructuras, financiándose mediante ingresos de usuarios como tasas y peajes. Para enfrentar retos de financiación de múltiples proyectos, se crean Sociedades Vehículo de Proyecto (SVP) que gestionan desde la ingeniería hasta la operación, buscando una gestión eficiente y el cumpliendo de los criterios del FMI para mantener las inversiones fuera del balance público. En República Dominicana, la Ley Orgánica de la Administración Pública (247-12) regula estas entidades, definiendo su misión, estructura y control, y diferenciando entre instituciones públicas descentralizadas, empresas públicas no financieras y cuasi-sociedades no financieras, según Manual de Clasificadores Presupuestarios del Ministerio de Hacienda.

Instituciones públicas descentralizadas y autónomas no financieras
Son organismos administrativos que operan bajo la tutela del gobierno central o local, disfrutando de cierta autonomía en términos de su estatus legal y responsabilidades para ejecutar funciones gubernamentales específicas. Aunque operan con un presupuesto y sistema contable independientes de los ministerios y generan ingresos a través de los servicios que ofrecen, una porción significativa de sus fondos proviene de transferencias del presupuesto de la administración central o local. En la República Dominicana, se especializan en sectores como salud, educación, bienestar social y telecomunicaciones, ejemplificados por instituciones como la Cruz Roja Dominicana, la Universidad Autónoma de Santo Domingo, entre otros. Diferenciándose de las empresas públicas, estas instituciones no buscan fines comerciales a gran escala y se centran en servicios específicos al público, como es el caso de la OPRET en el transporte ferroviario masivo y la OMSA, recientemente transformada en empresa pública, para el transporte en autobús.

Empresas públicas no financieras
Creadas "ad hoc" para desarrollar, financiar y administrar una infraestructura, o un conjunto de infraestructuras relacionadas funcionalmente, se está tratando de emular gran parte del objetivo y alcance de una estructura financiera y de gobierno de una Sociedad Vehículo de Proyecto en un contrato de APP. Las empresas públicas no financieras en la República Dominicana, definidas por la Ley Orgánica de la Administración Pública (247-12), son entidades autónomas con personalidad jurídica propia, establecidas como sociedades mercantiles. Su objetivo es operar con una dinámica similar a la de las empresas privadas, bajo ciertas regulaciones de derecho público en cuanto a contratación, transparencia, rendición de cuentas y control fiscal. Estas empresas, supervisadas por la Contraloría General de la República y otros órganos de control, buscan satisfacer necesidades públicas no cubiertas por el sector privado, a menudo operando a precios subvencionados por transferencias del gobierno.

Participación privada en empresas públicas no financieras
Es posible que el sector privado participe en el capital de empresas públicas no financieras, manteniendo la administración pública el control accionario mayoritario. En estos casos, es necesario establecer un acuerdo con la administración que determina el alcance, los requisitos, condiciones, mecanismos de supervisión y el período tras el cual los activos revierten al sector público, alineándose con el modelo de APP institucional. Estas empresas de capital mixto suelen empezar como entidades completamente públicas, abriendo posteriormente parte de su capital al sector privado a través de un proceso de licitación que evalúa contribuciones técnicas y financieras para el desarrollo, financiación y operación de proyectos. Es fundamental que el plan

económico-financiero inicial prevea la duración de la sociedad, la reversión de activos y servicios al sector público y las condiciones para su extensión.

Cuasi-sociedades no financieras: fideicomisos públicos

Las cuasi-sociedades no financieras, incluidos los fideicomisos públicos según el FMI, son entidades sin personalidad jurídica que funcionan como si fueran empresas independientes, produciendo bienes y servicios a precios de mercado. Controladas por entidades gubernamentales, estas cuasi-sociedades pueden compilar cuentas completas y son manejadas de manera similar a una sociedad respecto a sus propietarios. Se clasifican en el sector público o como parte de la entidad controladora, dependiendo de si actúan como productores de mercado. Los fideicomisos públicos, ejemplificados por fideicomisos como RD Vial y FITRAM en República Dominicana, son acuerdos entre entes públicos y fiduciarias para ejecutar proyectos de interés público, donde la administración pública transfiere bienes o derechos para la realización de obras o servicios. Estos fideicomisos intentan separar al propietario legal del económico y están sujetos a supervisión y control fiscal, pero enfrentan desafíos de transparencia y regulación, evidenciados por acumulación de deudas como la de RD Vial. La reciente Ley 28-23 de Fideicomisos Públicos busca regular estos entes, pero su efectividad y coherencia con la regulación de las APP son cuestionables, sugiriendo la necesidad de una supervisión más rigurosa y coherente en la gestión de infraestructuras y servicios públicos que involucren financiación privada.

5. Modelos de gestión privada

Los modelos de gestión privada, ya sea con financiación pública, privada o mixta, involucran pagos del sector público al privado por servicios según el contrato, permitiendo diferir costos y equilibrar la distribución de riesgos. La financiación privada, proveniente de tarifas de usuarios, es vista como equitativa y efectiva, especialmente en el transporte, pero algunos proyectos pueden necesitar Apoyo Financiero Público (AFP) para ser viables. Los modelos mixtos combinan ingresos de usuarios con apoyo público, equilibrando objetivos sociales y expectativas financieras privadas, y requieren una evaluación cuidadosa del impacto fiscal para evitar problemas como los observados en las concesiones de carreteras de Samaná, donde las garantías estatales cubrieron sobrecostos y riesgos, resaltando la necesidad de una estructuración adecuada de las APP.

6. El impacto fiscal del sistema integrado de transporte público de Santo Domingo

Para aclarar la controversia sobre la consolidación de la deuda de los fideicomisos públicos en contabilidad nacional, debo referirme al Manual de Estadísticas de las Finanzas Públicas del FMI (2014) adoptado por el Ministerio de Hacienda para la clasificación y consolidación de las entidades dentro del Sector Público, y para que esta aclaración resulte más comprensible aplicaré los criterios del Manual a un caso concreto, como es el Fideicomiso RD Vial y lo que sucederá con el Fideicomiso FITRAM, encargado del desarrollo del Sistema Integrado de Transporte Público de Santo Domingo y Santiago.

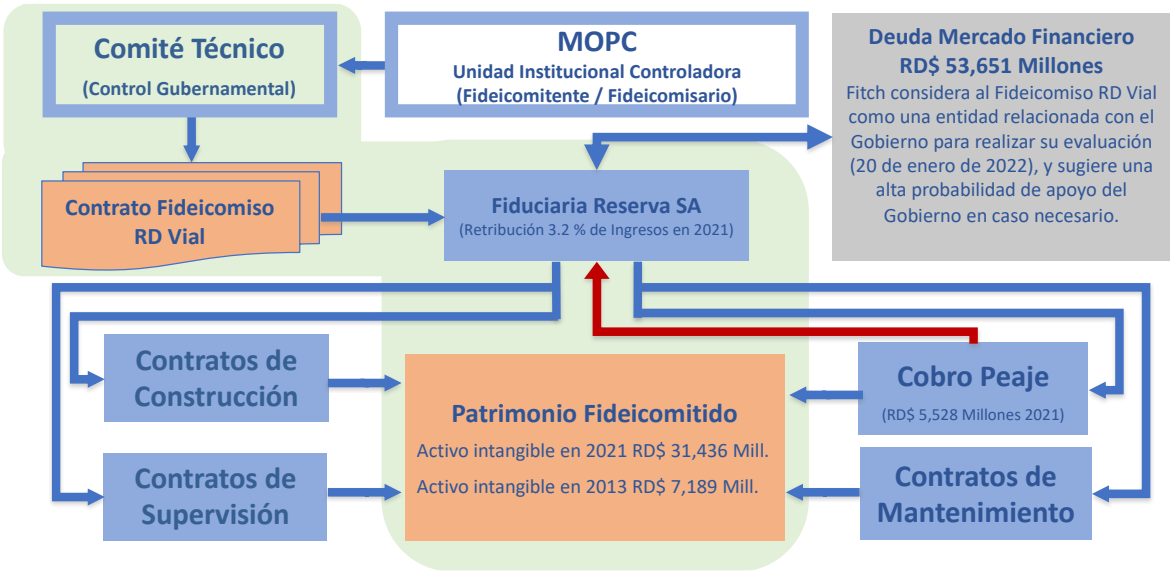
Por ejemplo, el Fideicomiso RD Vial acumuló en 2022 un pasivo de RD$ 53,651 millones no incluido en las estadísticas financieras públicas desde su creación en 2013. Levantar una deuda así, con ingresos por peaje (descontados los gastos de operación y financieros) que representan el 1.8% de la deuda, sólo es comprensible con el aval implícito del Estado Dominicano. De hecho, esto es con lo que cuentan las calificadoras de rating para otorgar a esta deuda una alta calificación crediticia. Fitch, por ejemplo, considera al Fideicomiso RD Vial como una entidad relacionada con el Gobierno, y sugiere una alta probabilidad de intervención en caso necesario.

El Fideicomiso RD Vial tiene un esquema de organización como el que se muestra en la

Ilustración **3**, similar al del Fideicomiso FITRAM. Su objetivo es disponer de una estructura financiera independiente, con ingresos propios que le den capacidad de endeudamiento, sin garantía soberana o aval del Estado, para poder cubrir los gastos de operación y mantenimiento, y financiar las inversiones de expansión de la Red Vial Principal de la República Dominicana (patrimonio fideicomitido) durante un plazo de 30 años.

El esquema está compuesto por un Comité Técnico dependiente de un ministerio (fideicomitente y fideicomisario) que instruye a la fiduciaria (Fiduciaria Banreserva) sobre las actuaciones a realizar (contratación de obras, servicios y deuda). Por tanto, la Fiduciaria no asume obligaciones derivadas de la construcción y de los ingresos de explotación, debiendo ser asumidos por el Fideicomitente.

Ilustración 3.- Esquema Organizativo del Fideicomiso RD Vial y otros fideicomisos públicos en RD



Fuente: Elaboración propia

Según el Manual del FMI, para que las inversiones que realiza una unidad institucional no se reflejen en las cuentas públicas como gasto de inversión en el momento de su realización, con el correspondiente impacto en deuda imputada por el importe de las inversiones realizadas, se debe cumplir: i) el criterio de unidad institucional; ii) comprobar quién la controla, para determinar si es una unidad institucional del sector público o privado; iii) que se cumpla el criterio de productor de mercado, en caso de que se trate de una unidad institucional bajo el control público; y iv) realizar un análisis de riesgos, para determinar si el gobierno es el propietario económico del activo de la sociedad.

Atendiendo a lo anterior, y según lo establecido en el contrato del Fideicomiso RD Vial y el de FITRAM, ambas entidades se deben clasificar como unidades institucionales bajo el control público, pero es evidente que no son productoras de mercado, ya que no ofrecen toda o la mayor parte de su producción a precios económicamente significativos.

Adicionalmente, no cumple el criterio de transferencia de riesgos que establece el Manual del FMI, ya que la Fiduciaria Banreserva no asume en ningún momento obligaciones derivadas de la construcción y de los ingresos de explotación, siendo los Fideicomitentes (Ministerio de Obras Públicas y el Ministerio de la Presidencia) los propietarios económicos de los activos y la deuda correspondiente, debiendo consolidar el gasto de inversión realizado y la deuda acumulada en las cuentas públicas.

7. Referencias Bibliográficas

APMG (2016), Guía de Certificación de APP.

BM (2014), "Guía de Referencia de Asociaciones Público-Privada, Versión 2.0".

Bonnelly (2021), Artículo Linkedin "Las Concesión de Samaná al Descubierto".

Comisión UE (1995), Libro Verde (COM/95/691), "Hacia una tarifación equitativa y eficaz del transporte - Opciones para la internalización de los costes externos del transporte en la UE".

Comisión UE (1998), Libro Blanco (COM/98/466), sobre "Tarifas justas por el uso de infraestructuras: Estrategia gradual para un marco común de tarifación de infraestructuras de transporte en la UE".

Comisión UE (2004), Libro Verde (COM/04/327), "Sobre la Colaboración Público-Privada y el Derecho Comunitario en Materia de Contratación Pública y Concesiones".

Comisión UE, Libro Blanco (COM/2001/370), sobre "La política europea de transportes de cara al 2010: la hora de la verdad" donde ratifica la tarifación por el uso de las infraestructuras con base en los costes marginales.

Congreso Nacional de la República Dominicana (2006). "Ley No 340-06 sobre Compras y Contrataciones de Bienes, Servicios, Obras y Concesiones".

Congreso Nacional de la República Dominicana (2006). "Ley No 498-06 de Planificación e Inversión Pública".

Congreso Nacional de la República Dominicana (2012). "Ley No 1-12 de Estrategia Nacional de Desarrollo 2030".

Congreso Nacional de la República Dominicana (2017). "Ley No 63-17 de Movilidad, Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial de la República Dominicana".

Congreso Nacional de la República Dominicana (2020a), Ley 47-20, de Alianzas Público-Privadas de la República Dominicana.

Congreso Nacional de la República Dominicana (2020b), Decreto 343-20 qué desarrolla la Ley 47-20 de Alianzas Público-Privadas de la República Dominicana.

Deloitte (2011). "CINIIF 12 Acuerdos de Concesión de Servicios".

FMI (2014), "Manual de estadísticas de finanzas públicas".

Grupo de Trabajo INE, BE, IGAE (2005), "Informe del sobre la clasificación de MTSA en contabilidad nacional".

IGAE (2016), "Informe relativo al tratamiento contable a aplicar a los acuerdos de concesión de servicio público que realice una entidad pública sometida al Plan General de Contabilidad Pública".

Ministerio de Hacienda (2014), "Manual de Clasificadores Presupuestarios para el Sector Público".

Ministerio de Hacienda (2019), "Marco Conceptual para la Consolidación Contable del Sector Público".

Ministerio de Hacienda (2020), "Manual de administración financiera del Estado".

Ministerio de la Presidencia, MINPRE (2018). "Plan Estratégico de Movilidad Urbana Sostenible 2017-2022".

MINPRE (2018), "Implementación del Plan Estratégico de Movilidad Urbana Sostenible de Santo Domingo".

Reglamento UE No 549/2013. "Sistema Europeo de Cuentas Nacionales y Regionales de la Unión Europea, SEC-2010".

ÁREAS TEMÁTICAS

GOBERNANZA EN EL TRANSPORTE Y MOVILIDAD: POLÍTICAS PÚBLICAS, MARCO REGULATORIO Y EL PAPEL DE LAS AUTORIDADES

¿CUÁN DIFERENTE ES LA MOVILIDAD EN LA ZONA METROPOLITANA DE MONTERREY, A 3 AÑOS DEL PIMUS?

Jesús Ramón Uzcátegui Miranda
ALATPU Venezuela, San Pedro Garza García, Nuevo León, México. urbanocity2021@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo propone presentar la comparación entre lo propuesto y lo hecho, a más de tres años de publicado el PIMUS-ZMM (Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable para la Zona Metropolitana de Monterrey, Nuevo León), el cual comprendió una serie de soluciones compiladas en el llamado Plan de Movilidad a 2040, que sobre la base de los impactos de la planeación se estimaron como positivos en la implementación de la totalidad de los proyectos, en lo urbano, lo económico, lo ambiental, estabilizando la oferta, haciendo un abordaje integral de la movilidad e introduciendo cada vez más calidad a los modos de transporte.

Desde diciembre 2020, cuando fue publicado este documento, a nuestros días, es oportuno hacer una retrospección para valorar cuánto de inversión ha habido de parte del gobierno del Estado de Nuevo León (al menos, la que se ha hecho pública) y en algunos casos, según corresponda, de los municipios de ZMM. Al menos, se ve que se está invirtiendo en obra pública, sobretodo en líneas de metro por parte del Estado, y en calles completas e infraestructura ciclista por parte de municipios como San Pedro Garza García, sobretodo, y en menor medida en Monterrey.

En contraposición, a simple vista, se han incrementado los tiempos de viaje, el transporte público en general ha empeorado y su proporción en el reparto modal se ha reducido notablemente, el estado de las aceras es cada vez más deficiente y el respeto por el peatón y ciclista son menores.

1. Resumen de PIMUS – ZMM 2020

En diciembre 2020, se publica el Programa Integral de Movilidad Urbana Sustentable de la Zona Metropolitana de Monterrey, habiéndose recabado información de campo entre 2019 y 2020, previo al inicio de la pandemia de Covid-19, por lo cual se considera que sus datos son representativos, inclusive con la aplicación de una encuesta origen destino en hogares.

La zona metropolitana de Monterrey (ZMM), comprende el continuo urbano físico y funcional dentro del territorio de 18 municipios: Abasolo, Apodaca, Cadereyta Jiménez, El Carmen, Ciénega de Flores, García, San Pedro Garza García, General Escobedo, General Zuazua, Guadalupe, Juárez, Monterrey, Pesquería, Salinas Victoria, San Nicolás de los Garza, Hidalgo, Santa Catarina y Santiago, todos del estado de Nuevo León, en México. Su población, según INEGI en 2020, pasó a ser la segunda mayor concentración del país, con 5 millones 341 mil 171 personas, abarcando una superficie aproximada de 220 mil hectáreas.

En el desarrollo de este programa, se evidenciaron deficiencias urbanas, tales como: crecimiento desordenado, sin orientación de una verdadera planificación territorial, donde la mancha urbana ha crecido de manera dispersa en 23.226 hectáreas (2010-2019), y una densidad poblacional media estimada en 45.8 hab./Ha, que delata la horizontalidad incuestionable en el acomodo territorial. Sumado y derivado de esto, se evidenciaron dificultades de movilidades, asociadas en buena medida a deficiencias de planificación y desarrollo urbano, visto en la dinámica que se refleja en los municipios, con políticas urbanas que incentivan el crecimiento no compacto de la ciudad, junto con una participación exigua del sector productivo (industria y comercio) en ser parte de la solución, incluso en su aportación a las emisiones contaminantes, que convierten a esta ciudad en una de las más contaminadas del continente americano.

En el territorio metropolitano neolonés es de reciente data el reconocimiento del peatón como modo de la movilidad, del que por cierto se registró una participación significativa de viajes (19% del reparto modal total), a pesar de las precarias condiciones para sus desplazamientos cómodos y seguros, y es junto con los usuarios del transporte público, de los sectores de población más vulnerables cuando hablamos de trayectos largos, sobre todo cuando se habla de la distancia en la que se sitúan las viviendas de estos perfiles, y los centros de trabajo o estudio a donde se dirigen.

Justamente, sobre esto último, en cuanto a la densidad de empleos, Monterrey y San Pedro Garza García (ubicados al centro y sur de la metrópoli), son los municipios que concentran la mayor cantidad, seguidos por Santa Catarina (al poniente); tal circunstancia potencia los efectos negativos de la dispersión, ocasionando que una

gran cantidad de habitantes tengan que desplazarse desde la periferia a la zona central de la ZMM. Una persona que viaja recorre en promedio al día 14,13km en transporte privado y 21,8 km en transporte público, por sentido; lo que se traduce en 33 minutos y 68 minutos, respectivamente.

El reparto modal de la ZMM refiere lo siguiente: automóvil 46,75%, transporte público 20,11%, caminata 18,30%, transporte de personal 4,18%, taxis 4,03%, transporte escolar 1,85%, bicicleta 0,70%, y por último la categoría "otros" que agrupa tracción sangre, scooters y patines con 4,05%.

Los motivos de viaje registrados señalan que 44% está asociado a trabajo, 18% a estudios, 14% compras, 12% acompañamiento, 4% recreación y 3% salud. Se destacar que un 47% de los viajes lo realizan mujeres, que se trasladan principalmente a pie, por motivos de acompañamiento, compras, estudio o trabajo. El municipio de Monterrey destaca como productor de viajes con 3,3 millones al día, que representa 29% de los viajes totales en la zona metropolitana. En promedio la tasa de viajes diaria por persona es de 2,2, con una ocupación vehicular que se sitúa entre 1,12 y 1,15 personas por vehículo. Y finalmente, el hallazgo del período pico que se ubica entre 6:00 y 8:59 a.m., concentrando 2,8 millones de viajes, que representan el 25% del total del día, con una velocidad media de 25,7 km/h.

El sistema de transporte público comprendía 401 servicios, incluyendo las 3 líneas de metro en operación, el servicio de BRT Lincoln Ruiz Cortines, los circuitos DIF (sistema nacional para el desarrollo de la familia), las rutas de Transmetro, el Metrobús y los servicios de rutas urbanas superficiales. La cobertura se consideraba buena, aunque muchos servicios estaban solapados o traslapados en algunos tramos de los principales corredores, propiciando la "guerra por el centavo", y exceso de trasbordos, con una oferta no necesariamente robusta para atender la demanda en horarios pico, pero con sobreoferta en períodos valle. Por otra parte, la accesibilidad a los servicios refleja inequidad, por cuanto la dispersión en la ocupación del territorio induce largos trayectos de viaje para los habitantes de la periferia.

En cuanto a la movilidad ciclista, la ZMM contaba con 28km de ciclovías, sin embargo, el 51% de esa infraestructura se encontraba en mal o muy mal estado y solo el 20% en buen estado. Esto denota una precaria situación de las facilidades para ciclistas, que aparte deben enfrentar muchas veces el rechazo del automovilista a compartir el espacio vial, por lo que las vías segregadas para ellos son una forma de garantizar su seguridad.

En lo que respecta al transporte escolar existe mucha resistencia de parte de algunos padres y representantes de estudiantes, que se niegan a ceder las labores de ascenso

y descenso a las instituciones educativas, en terceros que presten este servicio, generalmente asociado a una percepción de inseguridad y también, encarecimiento de los gastos en lo que al paquete de pagos estudiantiles se refiere. Sin embargo, representa un área de oportunidad para hacer de esta modalidad algo más sustentable, eficiente y seguro, que sea una alternativa y pueda también contribuir en la descongestión en las vialidades adyacentes a zonas escolares.

El PIMUS integró en el *Plan de Movilidad a 2040*, planes y proyectos conceptuales como medidas paliativas y reconstructivas de la situación detectada, con acciones en ciclismo, construcción de calles completas, transporte público e infraestructura vial, con inversiones a corto (aprox. 21 millones de dólares), mediano (aprox. 49 millones de dólares) y largo plazo (188 millones de dólares). Entendiendo el corto plazo a 6 años, el mediano a 12 y el largo a 18. Ver *Documento Ejecutivo* en el siguiente enlace: https://www.nl.gob.mx/publicaciones/documento-ejecutivo-pimus.

2. Análisis

Ya han transcurrido poco más de 3 años, de la publicación del PIMUS, por lo que tendría que valorarse cuánto de inversión ha habido de parte del gobierno del Estado de Nuevo León y en algunos casos, según corresponda, de los municipios.

Ahora bien, valdría hacer un análisis pormenorizado de cuáles necesidades se están cubriendo con estas inversiones y también, qué de los problemas evidenciados en el PIMUS, se han abordado con rigor y con el énfasis en la transformación real de la movilidad de la ciudad. Si tomáramos la fotografía hoy, tal cual se hizo cuando se elaboró el PIMUS, posiblemente tendríamos un escenario más desalentador. Pero eso es simple percepción, tendría que hacerse una evaluación más exhaustiva, sin embargo, a efectos de este trabajo, de acuerdo con cierta información publicada, de fuentes creíbles y otras, de origen oficial, se presenta una aproximación comparativa entre lo propuesto y lo hecho, en materia de movilidad urbana.

Según el artículo "El misterio de los buses verdes", escrito por el experto Moisés López Cantú, publicado en *El Norte* en enero 2024, en el cual narra la evolución –o lo contrario-, que ha tenido el sistema de transporte público superficial en Monterrey, indicando que en los años 80´s del siglo pasado, se contaba con los llamados autobuses "trompudos" con grandes escalones y gestionados por el "pulpo" camionero, que acaparaba el 68% de todos los viajes de la ciudad. Luego, en 2003, se renueva esta flota de 5mil autobuses, panorámicos, con aire acondicionado y un sistema de prepago que según cifras oficiales se instala en el 95% de las nuevas unidades. En esos primeros años del siglo actual, la flota comienza a operar con

indicadores de eficiencia bastante buenos, que incluyen velocidades promedio de 20 km/h. Esto, contrasta con el escenario actual, en el cual se cuenta con autobuses verdes (por el color de carrocería), de piso bajo, climatizadas, una buena parte a gas natural como combustible, y con un programa de 15 viajes gratis al mes. En esta nueva etapa, los autobuses han sido arrendados por el gobierno de Nuevo León, y los "prestadores maquilan vehículo kilómetro y limpieza y tendrían que operarse en servicios reestructurados (troncales, directas y alimentadoras) con uso intensivo de tecnologías para la gestión de la flota, algo de infraestructura para los trasbordos, pero sin vías exclusivas". Como resultado tangible, se tienen menos unidades (4000 en la actualidad) y pronto tendrían que salir de operación, por antigüedad, cerca de mil. El número de pasajeros por día por unidad, que es un indicador de productividad, pasó de ser de 600-700 pasajeros por unidad por día, a los 400 pasajeros en promedio. Esto, conlleva que solo se atiende el 18% de los viajes totales de la ZMM. Indica el experto, que esto buses son mejores que cualquiera de los que se han tenido antes, pero si no aumenta la demanda servida, es poco lo que se aporta en cuanto a las necesidades de movilidad, y "preocupa que después de 2 años, con 2mil buses nuevos en la calle, no tengamos la tan anunciada reestructuración", que cabe destacar es una de las propuestas que plantea el PIMUS 2020, pero que al tomar posesión el actual gobierno estatal, indicó que lo harían en un año. Comenta *López Cantú*, que, de las 2 licitaciones hechas en 2022, para arrendamiento de nuevas unidades, una fracasó, en la otra sólo se asignó el 50% de las rutas, y sobre esa base, se han estado entregando unidades a los viejos prestadores de servicio, casi todo a rutas radiales, periféricas y suburbanas. "Si con los buses verdes crece el número de pasajeros por unidad y los privados empiezan a invertir, podríamos decir que los buses verdes tomaron buen rumbo; pero eso solo lo comprobaríamos cuando el porcentaje de viajes suba al 24 o 30 por ciento de forma sostenida. Por el contrario, si los viejos buses panorámicos empiezan a salir del sistema, y no son sustituidos por más verdes, significaría que el nuevo modelo financiero y de producción fracasó".

Ahora bien, lo narrado anteriormente, responde sólo a una parte de todo el sistema de movilidad de la ciudad, que, aunque muy importante, no nos puede dar visión de un panorama general de la situación. Por ello, consulté a las cifras que muestra la plataforma ciudadana "¿Cómo vamos, Nuevo León?" (CVNL), que periódicamente está haciendo seguimiento a todos los temas propios de la gestión gubernamental, y que en materia de movilidad han hecho una buena recopilación de indicadores. "Cómo Vamos, Nuevo León", se autodefine en su portal web (se crea en 2012) como un organismo "bajo liderazgo de Consejo Cívico y un grupo de organizaciones civiles locales, cámaras empresariales y universidades…", que trabaja "por fortalecer la democracia, evaluando los resultados de… gobiernos, fomentando la participación ciudadana y aportando datos y espacios de rendición de cuentas para que nuestra ciudad y estado, mejoren". Esto, implica evaluaciones de indicadores que se hacen 3 o

4 veces al año y muestran los avances o retrocesos en políticas públicas sostenibles para gobierno del estado y gobiernos municipales.

La metodología utilizada en el aspecto de "desarrollo urbano y movilidad" abarca dos temas: ordenamiento y eficiencia del transporte público, con 4 indicadores. Sus fuentes son: 1) Solicitud de información de Secretaría de movilidad, 2) Periódico Oficial del Estado de Nuevo León 3) Encuesta Así Vamos, 4) Anexo Estadístico de Pobreza en México, CONEVAL. La última publicación se hizo en noviembre de 2023, y muestra lo siguiente:

Figura No. 1: Indicadores de Movilidad y Desarrollo Urbano, publicado por plataforma Cómo Vamos Nuevo León, en noviembre 2023.

Nota: en México se le llama "camiones" a los autobuses.

Tomando algunos de los que se incluyeron en el PIMUS-ZMM 2020, y que pudieran asemejarse a los descritos en CVNL, para tener patrones de referencia, se tienen los siguientes:

- Tiempo promedio de viaje en transporte público: 68 min.
- Abordajes promedio diarios en servicios de transporte público colectivo tradicional: 2,320,000(*)
- Viajes diarios en modo transporte público: 20% (incluye al metro).
- Número de unidades que prestan servicio de transporte público: 5670 parque automotor disponible (dato aproximado) y de este, 4542 están en servicio (80% del total de la flota).

En esto último, en el PIMUS se planteaba el reordenamiento del transporte, iniciando por la implantación de las llamadas Rutas de Altas Especificaciones (RAE), definidas con recorridos de transporte público que no requieren de una infraestructura especializada, lo cual optimizaría la frecuencia y el tipo de unidades, con tecnología necesaria para una adecuada gestión de flotas, con variedad de horarios, dispuestas a atender 1,776 colonias, con 3.2 millones de habitantes, incluyendo 16 rutas que suman 638 kilómetros y 1,186 paradas; contando con 3 líneas de metro, sistemas BRT, Transmetro, Metrobús, Metroenlace y Rutas Express. Y todo esto previsto para implementarse en un máximo 2 años, con el mejoramiento y modernización de las unidades de transporte con equipamiento abordo para seguimiento, propuesta de diseño de paradas diferenciada y un solo método de pago.

(*) En la Zona Metropolitana de Monterrey se producen poco más de 2.9 millones de abordajes diarios, en los servicios de transporte público colectivo, atendidos en un 80% por servicios de transporte tradicionales, en tanto el 20% restante de la demanda emplea los sistemas masivos e integrados Metro, Metrobús, Metroenlace, BRT Ecovía y Transmetro.

Solo para dar contexto, el sistema Tradicional de transporte público (SITRA) esta concesionado a empresas de transporte y de acuerdo con la información que recabaron los consultores que elaboraron el PIMUS a inicios de 2020, está integrada por 139 rutas y 220 ramales para un total de 359 servicios. El 25 % son rutas municipales es decir que solo dan servicio en uno de los 18 municipios conurbados y el 75% son rutas intermunicipales, es decir dan servicio a dos o más municipios.

En general, al contrastar los valores de indicadores más o menos comparables, entre lo que se evidenció en el PIMUS en 2020, y lo que se reporta a la plataforma CVNL, se ve que ha habido una desmejora en oferta y tiempos de viaje, y un ligero aumento, casi imperceptible de aquellos usuarios que han preferido utilizar el transporte público colectivo. Lo cual, indica que, en tres años, al menos en los aspectos revisados, la movilidad urbana se la ZMM es de menor calidad, con las connotaciones que ello pueda tener en el normal desarrollo de las actividades por parte de los habitantes de esta concentración urbana, que dicho sea de paso no ha dejado de crecer, por lo que el problema se acentúa.

3. Algunos datos relevantes de inversiones estatales en movilidad urbana

Entre los anuncios que ha hecho el Gobierno del Estado de Nuevo León, durante sus casi 3 años de gestión (inició en octubre de 2021), hay muchos relacionados con la materia de movilidad. Ahora bien, para no ser subjetivos en la narrativa de los datos incluidos en el presente trabajo, se hizo una revisión de lo que al respecto está

publicado en el portal oficial nl.gob.mx, en el apartado de la Secretaría de Movilidad y Planeación Urbana.

Allí, se encuentra lo que pudiera considerarse un resumen ejecutivo de lo que es la construcción de la línea 4 de metro (Metrorrey), que en efecto se encuentra en curso desde abril de 2023. Se indica que beneficiará a 55mil usuarios, con una extensión de 7.5km, comunicando a los municipios Monterrey, San Pedro Garza García y Santa Catarina; aunque en San Pedro realmente no tendrá estación alguna en su circunscripción, sino cerca de uno de sus límites al norte. Será un metro con trazo no subterráneo, cuyo material rodante discurrirá soportada en superestructuras, a semejanza de lo que han sido los métodos constructivos utilizados en las tres líneas que operan en la actualidad. No se menciona la inversión.

Para ello, se hizo una consulta electrónica, de fuentes de reconocimiento por su seriedad en la información que publican, y se obtuvo que la inversión en dicha línea es de aprox. 174.6 millones de dólares americanos, con fondos federales, que además permitirán la construcción de la llamada línea 6. También, se menciona la construcción de la línea 5 del metro, que conectará con el Aeropuerto Internacional Mariano Escobedo. Todas, mediante sistema de monorriel. Llama la atención que ni la línea 5 ni la 6, antes mencionadas, están expuestas en la página oficial del gobierno del Estado, o al menos de forma expresa.

En general, sobre algunos detalles hay mucha incertidumbre y tan solo se conoce someramente, lo siguiente: En caso de que las 3 líneas sean elevadas (4, 5 y 6), el monto ascenderá a 25 mil 861 millones de pesos (aprox. 1,436.7 millones de dólares americanos) más IVA (16%); si la línea 5 se construye a nivel, el costo bajaría a 25 mil 857 millones de pesos (1,436.5 millones de dólares americanos) más IVA (16%). El consorcio formado por Mota-Engil y CRRC, quienes resultaron favorecidos con el fallo de la licitación internacional, firmó el contrato el 26 de septiembre 2022, con la posibilidad de construir parte del sistema de transporte a nivel de calle, y ello será definido noviembre de 2024; el proceso de construcción inició en septiembre de 2022 para las líneas 4 y 6, siendo de tipo monorriel. La línea 5 quedará pendiente aún, previéndose una consulta popular en noviembre 2024 para determinar si será monorriel elevado o ferrocarril metropolitano a nivel de rasante de vialidad.

Otro aspecto importante, en el que el Gobierno de Nuevo León ha iniciado trabajos, es en la construcción de Centros de Transferencia para transporte público; indican que se ha previsto hacer en 2 etapas. La primera, significa una inversión de 129 millones 673 mil 513 pesos (7.2 millones de dólares aprox.), a través de la construcción y adecuación de 9 puntos de trasbordo. Mientras que, en la segunda, se invertirán en total 182 millones de pesos (10.1 millones de dólares aprox.) para la puesta en marcha de 10

centros de transferencia que están por licitarse. Sin embargo, no se especifican horizontes de término. Se considera muy relevante esta inversión, dado que es un elemento indispensable para la integración entre modos, que en la ZMM es bastante deficiente.

Seguidamente, en noviembre de 2023 se anunció que a través de fondos estatales se dio inicio a las obras de adecuaciones viales para la seguridad de los ciclistas en el Parque Nacional Cumbres - La Huasteca, en el municipio de Santa Catarina, dada la alta siniestralidad en la zona. Con una inversión de $44.4mdp (aprox. 2.5 millones de dólares); se prevé la recuperación de caminos existentes para el uso exclusivo de ciclistas, así como el confinamiento de un estacionamiento, el cual brindará mayor seguridad, contemplando la instalación de señalización a lo largo de los 16 km de camino, utilizado por deportistas y vehículos automotores. Los principales beneficios de este proyecto recaen sobre la seguridad de los usuarios del parque, reduciendo los riesgos de accidentes con vehículos motorizados. Los trabajos por realizar contemplan desarrollar infraestructura para la movilidad no motorizada tales la recuperación y mejoramiento de la infraestructura existente, la reconstrucción de aprox. 700m de ciclovía y la conexión con la vialidad existente.

Se tiene conocimiento de inversiones –que por montos, no pueden ser llamadas menores- en algunas interconexiones carreteras en la periferia de la zona metropolitana.

Finalmente, en octubre de 2023 fue pública la apertura de los llamados Centros de Gestión Vial y del Transporte, del Centro de Gestión de Movilidad, permitiendo el avance en la implementación de la actualización del SINTRAM (Sistema Integral de Tránsito Metropolitano) que funciona bajo la figura de un fideicomiso y que fue creado en 1999. Este proyecto, ha sido por de más controvertido, pues fue de los primeros anuncios que hizo la actual administración estatal al tomar posesión en 2021, y desde ese mismo año se inició una licitación que pretendía equipar a 9 municipios metropolitanos de nuevos equipos de semaforización para 1050 intersecciones viales, e integrarlos a una plataforma única para la gestión del tránsito, en 2 años, lo cual no ha sucedido aún. Esto, con una inversión de 1, 796, 471, 000,546 pesos (aprox. 99.8 mil millones de dólares). Pero, además, habría que agregar unos 800 millones de pesos (aprox. 44.4 millones de dólares) en los centros antes mencionados.

4. Comentarios finales

Citando nuevamente al Dr. López Cantú, en su artículo "El enigma del transporte público", publicado en diciembre 2023, indica que el metro en Monterrey nunca ha

alcanzado sus metas con costos por el orden de 60 millones de dólares/km. Hoy en día, el sistema Metrorrey, constituido por 3 líneas férreas urbanas en operación y todos sus servicios auxiliares, mueve menos del 2% del total de viajes del área metropolitana. A esto, hay que añadir que hay dos líneas en construcción y una más por iniciarse en algún momento de 2024, sin saber si alcanzará las estimaciones que se conocen (no hay estudios publicados) de 250 mil pasajeros/día. También, cuestiona la operación actual del sistema, en lo técnico, financiero y como política pública. Indica que es un enigma técnico, porque a pesar de contar con 20% más de trenes, los pasajeros en 2023 apenas alcanzaron 360,160 diarios, lejos de su máximo histórico que se alcanzó en 2019 (511,768 pas/día). En cuanto a política pública, la crítica va encaminada a cuestionar que, si la proyección de la demanda de las nuevas líneas en construcción se queda corta, exacerbará el déficit operacional y conllevará al círculo vicioso de más infraestructura más costo, y menos demanda servida.

Y es que en este sentido, en parte, también van dirigidos mis comentarios finales, dado que a pesar de que hay una hoja de ruta claramente establecida en el PIMUS de 2020, la orientación de las inversiones en movilidad se han dado en mayoría a la construcción de nuevas líneas de metro, que había sido algo que en su momento, con el Plan Maestro de Metrorrey, se había desechado por lo costoso y poco rentable de la inversión, y se había generado una propuesta mucho más ad hoc al comportamiento de la demanda de viajes de la ZMM, que facilitaban una reestructuración mucho más sutil y enfocada, con una gran carga de negociación para adecuar patrones y rutas, que al final hiciera del esfuerzo algo más relacionado con el objetivo final: movilidad urbana sustentable, privilegiando el transporte público tronco alimentado, la movilidad activa y la activación de distritos urbanos con vocaciones de usos mixtos y un desarrollo orientado a la movilidad sostenible.

¿Cuán diferente es la movilidad en la zona metropolitana de Monterrey a 3 años del PIMUS? No mucho, y quizás es más preocupante el escenario actual, porque inversiones en infraestructura pesada, es menos reversible en el tiempo y ello, dilatará más la equidad en la movilidad diaria, tan anhelada en esta ciudad congestionada y contaminada, que pareciera que cada vez más se aleja de un modelo sostenible.

ANÁLISIS DE LA COHERENCIA DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE CAMINOS RURALES EN PERÚ

Urpi Barreto Rivera
Universidad Continental. Cusco. Perú. ubarreto@continental.edu.pe

Orlando Barreto Jara
Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco. Perú. orlando.barreto@unsaac.edu.pe

RESUMEN

En la búsqueda de mejorar la vida de los ciudadanos y atender problemas sociales, las políticas públicas se centran en el desarrollo de infraestructuras viales. Estas son fundamentales para combatir la pobreza, según los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, que priorizan el acceso a infraestructuras en áreas rurales y un transporte seguro para todos. Organismos como la OCDE y el Banco Mundial promueven la igualdad y la prosperidad mediante políticas que optimizan el presupuesto de obras públicas y evalúan la calidad de la infraestructura. En Perú, el CEPLAN coordina la planificación estratégica, alineando el desarrollo con los ODS y el bienestar humano. Planes como el Bicentenario buscan eliminar déficits en infraestructura para impulsar la competitividad y el bienestar. A nivel local, hay esfuerzos para mejorar la red vial, pero la falta de mantenimiento afecta la economía y el transporte. Se destaca la importancia de la coherencia entre políticas para maximizar su impacto y evitar problemas de implementación. Un estudio en Cusco, Perú, revela que la mayor parte de la red vial es no pavimentada. La gestión de estas vías rurales presenta deficiencias, lo que subraya la necesidad de ajustar las políticas a la realidad local y mejorar la planificación y el presupuesto para el mantenimiento vial.

1. Introducción

El propósito del desarrollo de políticas públicas es mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y enfrentar desafíos sociales (Head, 2022). La infraestructura vial, particularmente en zonas rurales, resulta fundamental para combatir la pobreza (Rasol, 2023). El mantenimiento de carreteras es crucial para el progreso y la interconexión de comunidades, contribuyendo significativamente a la reducción de la pobreza. En este sentido, las políticas públicas desempeñan un papel clave al asegurar un mantenimiento adecuado (Levik & General, 2001). Este propósito se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU, que se concentran en garantizar acceso a infraestructuras, especialmente en áreas rurales, y en promover un transporte seguro y accesible para toda la población (Mishra et al., 2023). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Banco Mundial promueven la igualdad y prosperidad a través de políticas, con un enfoque en la optimización del presupuesto para obras públicas y evaluación de la calidad de la infraestructura (Citaristi, 2022). En América Latina, se han establecido políticas para el desarrollo, como el Acuerdo Nacional y la Agenda 2030 de la ONU (Gocłowska-Bolek, 2018).

En Perú, el Foro del Acuerdo Nacional (FAN) consensua políticas para el desarrollo sostenible (Perú, 2002). El Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN) coordina la planificación estratégica basada en objetivos nacionales y políticas públicas enfocándose en alinear el desarrollo con el bienestar humano y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. El Plan Bicentenario busca eliminar déficits en infraestructura y vivienda para impulsar la competitividad y bienestar, fomentando la participación privada (CEPLAN, 2011). La Visión del Perú al 2050 describe un Perú democrático, ético, transparente, eficiente y libre de pobreza extrema (CEPLAN, 2019), con desarrollo sostenible. Estos principios guían la actualización del Plan Estratégico de Desarrollo Nacional hasta 2050 (PEDN), considerando la infraestructura vial, competitividad y empleo digno. El Plan Estratégico Sectorial Multianual (PESEM) se centra en el desarrollo y mejora del transporte, especialmente en la calidad de la infraestructura vial. El Sistema Nacional de Planeamiento Estratégico de Perú (SINAPLAN) integra la planificación nacional. La Guía para el Planeamiento Institucional (GPI) orienta la planificación, destacando la conservación de la infraestructura vial y la alineación con las prioridades nacionales. El PEI 2020-2026 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) se enfoca en accesibilidad y seguridad vial en zonas rurales, y el Plan Operativo Institucional (POI) 2021-2023 establece la estrategia del Plan Estratégico Institucional (PEI), con énfasis en conservación vial y supervisión de proyectos en caminos rurales.

Esta investigación se enfoca en el departamento de Cusco, el cual cuenta con una extensa red vial, en este departamento se destaca que la red vial vecinal no

pavimentada constituye la mayor parte de la red (BCRP, 2023). A nivel departamental, se utilizan documentos como la Guía Metodológica para la Elaboración de Planes Viales Provinciales Participativos-2017 (GME-PVPP), para planificar de manera eficiente. Los gobiernos locales se encargan de la planificación provincial, enfocándose en objetivos y seguimiento para mejoras. El Plan de Desarrollo Regional Concertado (PDRC) busca cohesión territorial y desarrollo económico a largo plazo, mientras que, a nivel provincial, el Plan de Desarrollo Local Concertado (PDLC) busca reducir distancias y costos, midiendo la extensión de la red vial afirmada. Los Planes de Vialidad Provincial Participativa (PVPP) se elaboran cada 5 años, priorizando corredores logísticos y requiriendo estudios de pre inversión. El mantenimiento de las vías depende de recursos y posibles convenios con el Programa de Vialidad Departamental (PVD). La falta de mantenimiento impacta la economía y transporte (Bele et al., 2022), por lo que es esencial para mejorar el acceso y garantizar la seguridad vial (Macharia et al., 2023). La correcta articulación de políticas públicas es crucial para maximizar su impacto y evitar fragmentación e incoherencia (Burningham & Stankevich, 2005). En este estudio, se lleva a cabo una revisión y análisis del estado de articulación entre las políticas públicas internacionales y nacionales con las políticas públicas regionales en Cusco, ciudad peruana que cuenta con la mayor extensión de red vial no pavimentada en el país.

2. Metodología y procesamiento de datos

La articulación de políticas se refiere a coordinar y alinear diferentes políticas o planes en un mismo ámbito para lograr objetivos comunes de manera más efectiva y eficiente. Esto es esencial para maximizar el impacto de las políticas públicas y evitar la fragmentación o incoherencia en su implementación (CEPLAN, 2018). En esta investigación, se buscó establecer coherencias entre políticas públicas, para esto se realizó una búsqueda exhaustiva de las políticas mundiales, nacionales, regionales y locales en el ámbito vial enfocado a las vías rurales. Posteriormente a partir del análisis de cada uno de estos documentos se evalúa tanto coherencias externas como internas. La coherencia externa implica una relación lógica entre un plan y su entorno, es crucial para evitar conflictos y maximizar el impacto en el desarrollo del país (CEPLAN, 2018). Se evaluaron las relaciones entre el PDRC y la Agenda 2030, el Acuerdo Nacional, el PEDN y el PESEM, centrándose en diseño e implementación de políticas. La coherencia interna se refiere a la relación lógica entre objetivos nacionales, específicos e indicadores.

La tabla 1 compara la Agenda 2030 con el PDRC. En términos de coherencia externa de las políticas del PDRC, centradas en fortalecer infraestructuras, fomentar una industrialización sostenible y promover la innovación, se observa un nivel medio-bajo.

En cuanto a la coherencia interna del PDRC, evaluada a través de los indicadores que buscan construir infraestructuras duraderas con acceso equitativo, especialmente en áreas rurales (medido por el porcentaje de población rural cerca de carreteras transitables todo el año), se evidencia un nivel bajo.

Tabla 1: Articulación de la Agenda 2030 (ODS 9) con el PDRC

	Descripción	**Evaluación**	
		(1)	(2)
Agenda 2030 (ODS)	Objetivo 9: "Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación"	MB	
	Meta 9.1: "Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos". Indicador 9.1.1: "Proporción de la población rural que vive a menos de 2 km de una carretera transitable todo el año"		B

Leyenda: A: alta, MA: media alta, M: media, MB: media baja, B: baja.
Coherencia externa de políticas del PDRC, (2) Coherencia interna del PDRC (indicadores)

La tabla 2 compara las Políticas de Estado y la Política General con el PDRC. Existe una coherencia externa medio-alta entre el PDRC y las Políticas de Estado, destacando el enfoque en el liderazgo estatal y la regulación para el desarrollo de infraestructura, incentivando la participación del sector privado en diferentes áreas. Sin embargo, la coherencia interna entre el PDRC y las Políticas de Estado para la infraestructura vial nacional y local es baja. A pesar de establecer metas ambiciosas para rehabilitación y mantenimiento de vías, como el objetivo del 65% de afirmado para 2021, el PDRC no se alinea adecuadamente con la propuesta de construcción comunitaria.

Tabla 2: Articulación de las Políticas de Estado con el PDRC

	Descripción	**Evaluación**	
		(1)	(2)
Políticas de Estado	Política de estado 21: Desarrollo en infraestructura y vivienda Objetivo: Nos comprometemos a desarrollar la infraestructura y la vivienda (...). El Estado, en sus niveles nacional, regional y local, será el facilitador y regulador de estas actividades y fomentará la transferencia de su diseño, construcción, promoción, mantenimiento u operación, según el caso, al sector privado.	MA	

	Descripción	Evaluación	
		(1)	(2)
	Políticas: a) Elaborará un plan nacional de infraestructura identificando ejes nacionales de integración y crecimiento para desarrollar una red vial que permita fluidez en los negocios y en la toma de decisiones. Indicadores: Porcentaje de la red vial vecinal afirmada y en buen estado. Metas: Al 2021, el 65% de la red vial vecinal rehabilitada a nivel de afirmado y con un sistema de mantenimiento que garantice la transibilidad de las vías (base al 2002 es de 17.5%)		B
	Políticas: d) Edificará infraestructura local con participación de la población en su construcción y mantenimiento. Indicadores: Caminos vecinales transitables con sistema de mantenimiento local. Metas: Al 2006 las empresas locales garantizan la transitabilidad del 30 % de las vías vecinales a través del mantenimiento rutinario; al 2011 el 40 % y al 2021 el 65 %.		B

Leyenda: A: alta, MA: media alta, M: media, MB: media baja, B: baja.
Coherencia externa de políticas del PDRC, (2) Coherencia interna del PDRC (indicadores)

La tabla 3 muestra la coherencia externa entre el PDRC y la Política General, que es medio baja. La Política General resalta la reactivación económica, especialmente en zonas rurales, y la promoción de empleo de calidad, la Línea de Intervención se enfoca en reducir la brecha en infraestructura económica, priorizando actividades locales y rurales generadoras de empleo, este punto no es significativo en el PDRC.

Tabla 3: Articulación de la Política General con el PDRC

	Descripción	Evaluación	
		(1)	(2)
Política General de	Eje 2: Reactivación económica y de actividades productivas con desarrollo agrario y rural. Lineamiento Eje 2: Promover el empleo decente y la empleabilidad, contribuyendo a la productividad del país. Línea de intervención 2.3.5: Reducir la brecha de conservación de infraestructura económica con prioridad en las actividades de escala local y rural, intensivas en empleo	MB	

Leyenda: A: alta, MA: media alta, M: media, MB: media baja, B: baja.
Coherencia externa de políticas del PDRC, (2) Coherencia interna del PDRC (indicadores)

La tabla 4 compara el PEDN con el PDRC, mostrando una coherencia medio-alta entre ambos, este se enfoca en desarrollo regional e infraestructura, priorizando la reducción de exclusión en áreas rurales y promoviendo nuevos centros poblacionales

compatibles. Se destaca la alta coherencia interna entre el PDRC y el PEDN, enfocándose en garantizar una infraestructura descentralizada.

Tabla 4: Articulación del PEDN (Plan Bicentenario: Perú hacia el 2021) con el PDRC

	Descripción	**Evaluación**	
		(1)	(2)
	Eje estratégico: Eje 5: Desarrollo regional e infraestructura. Lineamiento de política 3: Revertir las condiciones de exclusión y escaso acceso a los servicios básicos de la población rural mediante programas, proyectos e incentivos que reduzcan su aislamiento espacial y promuevan su concentración en nuevos centros poblados compatibles con su hábitat natural y su cultura. El Impulso a los corredores económicos existentes será el primer paso de este proceso.	MA	
PEDN	Objetivo específico 1: Suficiente y adecuada infraestructura económica y productiva descentralizada de uso público en el marco de los espacios transversales de planificación macro regional. Indicador 3: Longitud de la red vial nacional y departamental, asfaltada, en Km. Meta al 2021: 25,500 km de vías asfaltadas de red nacional y departamental		A

Leyenda: A: alta, MA: media alta, M: media, MB: media baja, B: baja.
Coherencia externa de políticas del PDRC, (2) Coherencia interna del PDRC (indicadores)

La tabla 5 compara el PESEM y el PDRC, evidenciando una coherencia medio-baja. El PESEM prioriza el desarrollo de sistemas integrados y multimodales en el sector de transportes para recortar costos y tiempos de viaje, aunque este enfoque no es central en el PESEM. Además, la coherencia interna entre el PESEM Y el PDRC es baja. Los indicadores se centran en medir la variación del Índice de Mantenimiento y Desempeño (IMD) en la red vial nacional, evaluar la Conectividad Física y reducir las horas de viaje en el transporte terrestre de mercancías en las vías nacionales.

Tabla 5: Articulación del PESEM (2018-2021) con el PDRC

	Descripción	**Evaluación**	
		(1)	(2)
PESEM (2018-	Eje de política de sector transportes: 01 Desarrollar los modos de transporte con un enfoque integrado y multimodal, que permita la reducción de costos y tiempos de viaje, potenciando su infraestructura y mejorando sus servicios. Objetivo estratégico sectorial (OES 01): Reducir los costos y tiempos logísticos en el sistema de transporte. Nombre del indicador: Índice de	MB	

competitividad de la infraestructura de la red vial del país. Formula del indicador Año base 2016: WEF=3 Meta final 2021 WEF=3.91: De acuerdo con entrevista WEF (World Economic Forum), le pide a sus entrevistados poner un valor de 1 al 7, al estado de la infraestructura de carreteras. El valor final del indicador es un promedio de todos los valores obtenidos en cada entrevista realizada a los ejecutivos de las empresas usuarias de las redes viales. Acción estratégica sectorial (AES 01.01): Mejorar el nivel de la infraestructura vial para la integración interna y externa de nuestro país	
Nombre del indicador: 01.01.01: % de variación del IMD en la red vial nacional producto de las intervenciones del sector. Formula del indicador Año base 2016: 11% Meta final 2021: 7%: ((IMD de las intervenciones realizadas por el sector en vías nacionales en el año N) /(IMD de las intervenciones ejecutadas por el sector de las vías nacionales en el año base)-1)*100	B
Nombre del indicador: 01.01.02 Índice de conectividad física en las regiones. Formula del indicador Año base 2016: 2.7% Meta final 2021: 4.5%: (% red departamental en buen estado*0.4 + % puentes modulares o definitivos instalados o construidos según programación al 2021 en las regiones*0.3 + % de la red vial nacional en buen estado*0.3)	B
Nombre del indicador: 01.01.03: Reducción de tiempos (horas) en el transporte terrestre de mercancías en vías nacionales. Formula del indicador: (Nro. horas viaje de toda la carga en el servicio de transporte terrestre de mercancías que se traslada por red nacional en la situación actual) - (Nro. horas de viaje de toda la carga en el servicio de transporte terrestre de mercancías que se traslada por red nacional después de las intervenciones en la infraestructura)	B

Leyenda: A: alta, MA: media alta, M: media, MB: media baja, B: baja.
Coherencia externa de políticas del PDRC, (2) Coherencia interna del PDRC (indicadores)

La tabla 6 compara la articulación del PVPP con el PDRC, PESEM y PEDN, de las trece provincias de la región del Cusco, la mayoría de los PDLC se encuentran desactualizados. Se revisaron múltiples planes, como el PDLC Cusco 2013-2021, PDLC Urubamba 2018-2021, PDLC Calca 2018-2030, entre otros. Los análisis muestran una falta de alineación entre estos planes locales y los objetivos establecidos a nivel nacional y regional. En general, las calificaciones se sitúan mayormente en el rango medio-bajo (MB), seguidas de calificaciones bajas (B), con algunas en el rango medio-alto (MA). Esto refleja una diversidad en la efectividad y coherencia de las políticas y proyectos implementados en la región del Cusco. La tabla 6 detalla los objetivos,

indicadores y acciones estratégicas de cada provincia, centrados en el desarrollo territorial, la infraestructura vial, la cohesión territorial, la mejora de servicios y la promoción económica. A pesar de los logros individuales en áreas específicas, parece existir una falta de alineación con políticas de mayor alcance.

Tabla 6: Articulación del PVPP con el PDRC, PESEM y PEDN

	Descripción	**Evaluación**		
		(1)	(2)	(3)
Cusco	Eje de desarrollo 3: Ordenamiento territorial, articulación y medio ambiente. Objetivo estratégico (OE5): Lograr la efectividad del Plan de Desarrollo Urbano, una adecuada articulación interna y externa de los espacios de producción. Programa 3.2: Articulación provincial (solo existe un listado de 7 proyectos donde no se incluye a la red vial vecinal). Indicadores: No indica	MB	MB	MB
Urubamba	Objetivo estratégico (OE5): Mejorar la articulación vial de la provincia con la región. Variable regional: Nivel de articulación territorial. Indicador 1: de kilómetros de red vial departamental y vecinal pavimentada acumulada. Línea base 2015: 116.15km. Al 2021: 216.95 km. Indicador 2: de kilómetros de red vial departamental y vecinal afirmada acumulada. Línea base 2015: 216.08 km. Al 2021: 296.80 km.	B	B	MA
Calca	Objetivo estratégico territorial (OET5): Promover la cohesión territorial de manera sostenible. Indicador 1: Porcentaje de red vial vecinal en buen estado: meta al 2030=95%. Línea base 2016: 67.18 %. Al 2021: 76 %. Indicador 2: Porcentaje de la red vial vecinal (trocha) en buen estado: meta al 2030=90%. Línea base 2016: 64.75 %. Al 2021: 71.7 %. Acción estratégica AE5.1: Incrementar el manteniendo de la red vial distrital. Indicador: Porcentaje de caminos vecinales rehabilitados y con mantenimiento vial presentes en la provincia de Calca. Línea base 2015: 22 %. Al 2021: 38.35 %.	B	B	B
Anta	Objetivo estratégico territorial (OET5): Mejorar la prestación de los servicios y la normatividad que permitan articular el espacio rural y urbano de manera planificada. Variable estratégica: Suficiente infraestructura vial y servicios de transporte Acción estratégica AE5.1: Incrementar el manteniendo de la red vial distrital	B	B	B
La	Objetivo estratégico territorial (OEG5): Distrito integrado, con infraestructura económica descentralizada que fortalecen sus zonas de desarrollo. Está articulada a través de carreteras asfaltadas, vías férreas y su aeropuerto regional. Resultado final:	MB	MB	B

	Descripción	Evaluación		
		(1)	(2)	(3)
	Desarrollo y mejora de la infraestructura descentralizada de soporte para la accesibilidad a servicios y oportunidades de mercado. Indicador 1: Longitud red vial nacional/ regional/ vecinal asfaltada. Línea base: 3.3 km. Metas 2016: 60 km y al 2021: no indica Indicador 2: Vías vecinales bien conservadas (bicapa en km). Metas al 2016: 90 km y al 2021: 200 km.			
Espinar	Objetivo estratégico (OE4): Promover la competitividad productiva provincial a través del uso ordenado de su territorio. Acción estratégica (AE4.7): Ampliación de la infraestructura vial que contribuya a la integración territorial de la provincia. Indicador: No figura	B	B	B
Canchis	Objetivo estratégico (OE4): Promover la cohesión territorial de manera sostenible en la provincia de Canchis Variable estratégica: Ordenamiento Territorial y Articulación Vial Indicador: Porcentaje de centros poblados que estén conectados a su capital distrital (Línea base 2015: 57%, meta al 2021: 62%) Formula indicador: Porcentaje de centros poblados que estén conectados a su capital distrital = (Cantidad de centros Poblados conectados a su capital de distrito/ total de los centros poblados) *100	B	MB	B
Paruro	Objetivo estratégico: Cohesión territorial e infraestructura productiva. Variable estratégica: Nivel de articulación territorial. Indicador 1: Numero de km de red vial provincial pavimentada en buen estado. (Línea base 2017: 56 km., meta 2021: 65 km) Indicador 2: Numero de km de red vial provincial de caminos vecinal habilitado. (Línea base 2017: 720 km., meta 2021: 760 km)	B	M	B
Chumbivilcas	Objetivo estratégico: Convertir a la provincia de Chumbivilcas en un eje comercial ganadero y agrícola de la Región Cusco. Acción estratégica: Accesibilidad de vías hacia los principales mercados de Arequipa y Cusco. Indicador 1: Porcentaje de vías en buen estado hacia Arequipa y Cusco. Parámetro de desempeño: Optimo (más del 80% de vías departamentales asfaltadas), bueno (más del 65% de vías departamentales asfaltadas), malo (menos del 65% de vías departamentales asfaltadas). Indicador 2: Porcentaje del tiempo de viaje hacia Arequipa y Cusco. Parámetro de desempeño: Optimo (más del 15% de disminución del tiempo de viaje), bueno (más del 10% de disminución del tiempo de viaje), malo (menos del 10% de disminución del tiempo de viaje)	B	M	B

	Descripción	Evaluación		
		(1)	(2)	(3)
Quispicanchis	Objetivo estratégico OEI-10: Promover el adecuado crecimiento urbano y rural en la provincia. Acción estratégica: Ampliación y mejoramiento de los sistemas viales inclusivos en zonas rurales y urbanas. Indicador general: Porcentaje de crecimiento rural y urbano en la provincia (Línea base 2017: 8.33%, meta al 2021: 100%) Indicador específico: kilómetros de vías ampliadas, rehabilitadas y mejoradas en la provincia (Línea base 2017: 295 km, meta al 2021: 441 km)	B	M	B
Canas	Objetivo: Promover la mejora de la calidad de vida con servicios de infraestructura pública y mantenimiento de accesibilidad de vías, espacios rurales y urbanos. Meta: Incrementar la cobertura de transportes. Indicador general: Cobertura de transportes	MB	MB	MB
Acomayo	Objetivo estratégico OEI-03: Promover la competitividad económica en la provincia. Acción estratégica: Red vial mejorada en beneficio de la población de la provincia. Indicador 1: Numero de km nuevos en red vial vehicular y peatonal (km. De red construcción Nueva) (Línea base 2018: 0 km, meta 2021: 10 km) Indicador 2: Numero de vías rehabilitadas en la red vial vehicular y peatonal (km. de red trabajos de mantenimiento) (Línea base 2018: 8 km, meta 2021: 8 km)	B	M	B
Paucart	Objetivo estratégico OEI-03: Dotar a la Provincia de Paucartambo de la Infraestructura básica para su desarrollo Objetivo específico: Mejorar y ampliar la red vial de la provincia	B	B	B

Leyenda: A: alta, MA: media alta, M: media, MB: media baja, B: baja.
PVPP con el PDRC, (2) PVPP con el PESEM, (3) PVPP con el PEDN

3. Discusión y resultados

La gestión del mantenimiento de caminos rurales en la región Cusco tiene deficiencias debido a políticas que no se ajustan a la realidad de la red vecinal. Se incumplen normas técnicas, lo que resalta la falta de enfoque técnico en la gestión de carreteras (Corpora & Rodrigo, 2009). Los gobiernos locales carecen de un sistema de monitoreo y evaluación del gasto público, incumpliendo la GME-PVPP. Para mejorar, es necesario involucrar a la comunidad y usar Centros de Transferencia de Tecnología (Levik & General, 2001). También generar reformas como licitaciones competitivas y reorganización de la gestión de equipos (Harral, 1987) y estrategias como fondos viales dedicados que pueden mejorar el mantenimiento con recursos limitados (Burningham & Stankevich, 2005). Debido a que la gestión de activos en institutos viales provinciales

es esencial. La incorporación de la participación pública y la retroalimentación ciudadana en la formulación de políticas viales que respondan a las necesidades de la sociedad es crucial (Ishida et al., 1999). Los Institutos Viales Provinciales (IVP) muestran niveles de gestión diversos e incluso deficitarios, lo que afecta la calidad de la gestión pública. Las políticas públicas finalmente se traducen en presupuestos (Velazco, 2009). La limitación de presupuesto impide atender un porcentaje básico de la red vecinal, impactando negativamente el crecimiento económico regional (Jurado Falconi, 2013). Por lo que resulta crucial percibir correctamente los problemas en la gestión de la infraestructura de caminos rurales y actuar en el momento adecuado, para evitar desperdicio de inversión o daños graves (Schliessler & Bull, 1992).

4. Conclusiones

La investigación se centra en la articulación de políticas viales en la región del Cusco, resaltando la importancia de coordinar acciones para alcanzar metas comunes de manera efectiva. Se evalúa la coherencia entre diversas políticas a nivel mundial, nacional y local, especialmente en relación con la infraestructura vial rural. Esta falta de alineación se refleja tanto externamente, en la relación entre estas políticas, como internamente, a través de los indicadores establecidos. A pesar de los esfuerzos individuales de las provincias, parece haber una falta de alineación con políticas de mayor alcance.

Esto subraya la necesidad de una mejor coordinación y alineación entre las diferentes políticas y planes a fin de maximizar el impacto y evitar la fragmentación en la implementación de políticas públicas, especialmente en el ámbito de la infraestructura vial rural en la región del Cusco. Los caminos vecinales en Perú, esenciales para la población rural, requieren más atención gubernamental. La incoherencia en las políticas a diferentes niveles dificulta la planificación estratégica. El CEPLAN sugiere mejorar los Planes Viales Provinciales Participativos y priorizar la red vecinal para reducir la pobreza y el uso eficiente de los fondos públicos. A pesar de que el Plan de Caminos Rurales busca mejorar la red vial rural, su implementación puede verse limitada por restricciones presupuestarias y cambios políticos. Se necesita normativas técnicas y una ejecución efectiva. Los Gobiernos Regionales no se enfocan en la red vecinal, a pesar de que representa el porcentaje más alto la infraestructura vial. Es esencial superar estos desafíos para un desarrollo efectivo y conservar el patrimonio vial, lo que contribuye a la erradicación de la pobreza. La mejora de las políticas viales es crucial para abordar este problema y cumplir con la Agenda 2030.

5. Referencias Bibliográficas

BCRP. (2023). *Caracterización del departamento de Cusco*. https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Cusco/cusco-caracterizacion.pdf

Bele, K., Munsamy, M., & Telukdarie, A. (2022). Case Study: Evaluation of Maintenance Practices on Road Infrastructure. *2022 IEEE 28th International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC) & 31st International Association For Management of Technology (IAMOT) Joint Conference*, 1–8.

Burningham, S., & Stankevich, N. (2005). *Why road maintenance is important and how to get it done*.

CEPLAN. (2011). *Plan Bicentenario*. https://www.ceplan.gob.pe/documentos_/plan-bicentenario/

CEPLAN. (2018). *Primera evaluación del Plan Estratégico de Desarrollo Nacional (PEDN)*.

CEPLAN. (2019). *Visión del Perú al 2050*. https://www.ceplan.gob.pe/visionperu2050/

Citaristi, I. (2022). Organisation For Economic Co-Operation And Development—OECD. In *The Europa Directory of International Organizations 2022* (pp. 694–701). Routledge.

Corpora, A., & Rodrigo, U. M. (2009). *Título: Propuesta Metodologica para Ejecutar las Inspecciones del Programa de Mantenimiento de Obras Viales del CONAVI. Tutor: López Soto Mario. Maestría: Administración de Proyectos. P. imprenta: San José, Costa Rica. Mayo 2009. 130p.. Notas: Proyecto Fi*.

Gocłowska-Bolek, J. (2018). Assessing the potential of the 2030 Agenda and the SDGs for reducing inequalities in Latin America. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego We Wrocławiu*, *510*, 49–66.

Harral, C. (1987). ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF ROAD MAINTENANCE IN DEVELOPING COUNTRIES. *Transportation Research Record*, *1128*, 36–41. https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0023548613&partnerID=40&md5=33815c50726b2dd56c0c73209ebfb72c

Head, B. W. (2022). Improving Social Well-Being and Social Equity. In *Wicked Problems in Public Policy: Understanding and Responding to Complex Challenges* (pp. 107–122). Springer.

Ishida, H., Matsuda, W., & Montalbo Jr., C. (1999). People's opinions and road policies: effects of public involvement activities by the Road Council in Japan. *Transportation Research Record*, *1685*, 103–112. https://doi.org/10.3141/1685-14

Jurado Falconi, E. (2013). *Gasto público en carreteras y crecimiento económico inclusivo. Caso: Perú-Canta, Salas, Laramate 1990-2010*.

Levik, K., & General, A. D. (2001). How to sell the message "Road maintenance is necessary" to decision makers. *First Road Transportation Technology Transfer Conference in Africa*, 460–467.

Macharia, P. G., Osano, S. N., & Mwea, S. K. (2023). Maintenance of Roads Implemented under the Roads 2000 Strategy in Central Kenya. *East African Journal of Engineering*, *6*(1), 66–79.

Mishra, M., Desul, S., Santos, C. A. G., Mishra, S. K., Kamal, A. H. M., Goswami, S., Kalumba, A. M., Biswal, R., da Silva, R. M., & Dos Santos, C. A. C. (2023). A bibliometric analysis of sustainable development goals (SDGs): a review of progress, challenges, and opportunities. *Environment, Development and Sustainability*, 1–43.

Perú. (2002). *Foro del Acuerdo Nacional*. https://acuerdonacional.pe/foro-del-acuerdo-nacional/

Rasol, M. (2023). *Towards sustainable road transport infrastructure: Insights from GPR performance indicator development and enhancement of data quality*. Copernicus Meetings.

Schliessler, A., & Bull, A. (1992). Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales. *CEPAL: CEPAL*.

Velazco, A. (2009). *Análisis de la gestión del presupuesto de conservación de carreteras en las agencias viales del Perú*. Universidad de Piura, Perú.

6. Glosario

CEPLAN: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico
FAN: Foro de Acuerdo Nacional
GME-PVPP: Guía Metodológica para la Elaboración de Planes Viales Provinciales Participativos-2017
MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas
ONU: Organización de las Naciones Unidas
PDLC: Plan de Desarrollo Local Concertado
PDRC: Plan de Desarrollo Regional Concertado
PEDN: Plan Estratégico de Desarrollo Nacional al 2050
PEI: Plan Estratégico Institucional
PESEM: Plan Estratégico Sectorial Multianual
PGG: Política General de Gobierno
POI: Plan Operativo Institucional
PVPP: Plan Provincial Vial Participativo
RAI: Índice de Acceso Rural
SINAPLAN: Sistema Nacional de Planeamiento Estratégico de Perú

FOMENTO DE LA ELECTROMOVILIDAD EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

Álvaro Eduardo García Robledo
Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México, alvarogarciarobledo@gmail.com

RESUMEN

La electromovilidad y su impulso es un proceso que se está dando en diversas partes del mundo, el caso de la Ciudad de México se ha vuelto un modelo referente para el resto del territorio nacional respecto de las prácticas y procesos de innovación para incidir de manera positiva en su sistema de transporte público.

En el presente trabajo se analizan las innovaciones y como parte de dicho proceso la puesta en marcha de nuevos modos de transporte (cablebús y trolebús elevado) que se han desarrollado en la capital con un enfoque de electro movilidad que repercute de manera positiva en el funcionamiento del conjunto del sistema de transporte público y en la atención y satisfacción de sus usuarios.

La electromovilidad conlleva en diversas áreas de manera benéfica, tanto en una perspectiva ambiental, logrando reducir niveles de emisiones contaminantes, como social, logrando incidir en la satisfacción de los usuarios del sistema de trasporte público y en la coordinación metropolitana, elementos que van encaminados a un desarrollo integral de las zonas urbanas.

1. Introducción

El objetivo de esta ponencia es identificar cómo la adopción de sistemas de electromovilidad es el resultado de una combinación de rasgos característicos económicos, urbanos, sociales y tecnológicos favorables de una ciudad determinada. Así, la electromovilidad moderna puede entenderse como parte de una política más amplia y proactiva de desarrollo de las ciudades encaminada a mejorar la calidad de vida de sus habitantes (Guzik, et. al, 2021).

La electromovilidad implica procesos de innovación tanto tecnológica como social. En esta ponencia se atenderá a los impactos de innovación social de la electromovilidad, desde las acciones llevadas a cabo por el gobierno de la Ciudad de México. Es necesario partir de la base de que las acciones que lleva a cabo cualquier administración pública buscan atender las problemáticas y demandas sociales de la mejor manera posible y considerando las capacidades institucionales reales con las que se cuentan.

Hay un proceso constante de innovación respecto de las formas y los mecanismos públicos a través de los cuales se lleva a cabo en primera instancia un análisis de la situación a tratar y con ello identificar las múltiples variables que conlleva la situación, para después construir una gama de propuestas de posibles soluciones, para que finalmente se tome la decisión de cuál propuesta llevar a cabo.

En este sentido, la electromovilidad ha evolucionado, se ha ido adecuando a las demandas y necesidades sociales de contar con una oferta de distintos modos de transporte para atender a los diversos usuarios, de tal manera que la electromovilidad moderna es un elemento fundamental y vigente en el proceso de planeación y desarrollo de una zona urbana.

En la actualidad la electromovilidad ha generado cambios en distintas áreas de gobierno, que están en búsqueda constante de innovaciones para implementar sobre todo en zonas urbanas; se cuenta con una estrecha relación de los elementos propuestos desde las perspectivas de ciudades inteligentes y derecho a la ciudad, guiadas por la aspiración de una planeación urbana inclusiva y sustentable. "[…] permitir la movilidad a todos los residentes urbanos; abordando contaminación del agua, el aire y la tierra; promover la infraestructura verde, promover la resiliencia urbana y la capacidad de afrontar el cambio climático (HABITAT, 2017, p. 30).

2. Contexto de la electromovilidad en la Ciudad de México.

Las implicaciones de fomentar la electromovilidad en las zonas urbanas generan múltiples beneficios en distintas áreas como son: eficiencia en la prestación del servicio de transporte público, reducción del impacto ambiental, reducción en tiempos, incidencia positiva en la satisfacción de los usuarios de los diversos modos de transporte público, etc.; vale la pena mencionar que esta innovación también ha significado una revolución en el sector privado, aunque dicho sector no es objeto de la presente ponencia.

La operación de un vehículo eléctrico en el transporte público o privado es una tarea muy compleja que involucra aspectos tecnológicos y económicos. El principal desafío tecnológico está relacionado con la confiabilidad y seguridad de los componentes más importantes de los vehículos eléctricos: baterías, convertidores eléctricos de potencia y motores eléctricos.

En la Ciudad de México, a principios del siglo XX había un mecanismo de electromovilidad en los sistemas de tranvías, sin embargo, no funcionaban bajo las mismas bases tecnológicas y no generaban los mismos impactos; como ya se ha mencionado el alcance y la visión integral que se ha desarrollado a lo largo de la trayectoria de la electromovilidad en la actualidad se orienta hacia la planificación y desarrollo de acciones, programas y políticas públicas en los casos que la necesidad de los usuarios de un transporte público lo requieran.

La utilización de modos de transporte eléctricos en la ciudad de México no es algo que suceda de manera reciente, cuenta con un recorrido histórico y que con el transcurrir de los años se ha ido modificando y adecuando para brindar la respuesta más eficiente a los usuarios de los diversos modos de transporte que conforman el sistema de transporte público de la capital.

El nivel de oferta, así como la diversidad de esta también se ha ido transformando con el pasar de los años y de acuerdo con las necesidades de los usuarios; reconociendo en todo momento que se requiere ser prudente y realista respecto de las capacidades institucionales reales con las que se cuenten.

La Ciudad de México en materia de movilidad urbana es un referente de la innovación en esta materia, pero, también hay que poner en contexto que la CDMX se encuentra circunscrita en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), la cual de acuerdo con el propio Gobierno de México "Durante las tres últimas décadas, esta zona urbana -la más grande del país- ha tenido un gran crecimiento que obedece tanto a factores

económicos como a la fuerte tendencia hacia el centralismo que caracteriza a México, […]"(Gobierno de México, 2018)

El crecimiento demográfico ha seguido al alza en los últimos años tanto que inclusive ya se plantea una categoría aún mayor que la de la ZMVM, "México cuenta con una zona megalopolitana que se encuentra en la región central del país y está integrada por la Ciudad de México y el Estado de México, así como por los estados de Hidalgo, Puebla, Morelos, Querétaro y Tlaxcala"(Gobierno de México, 2018)

Esta Zona Metropolitana deja de manifiesto que tanto la demanda como la atención que tiene el sistema de transporte público de la ciudad de México atiende por un lado a usuarios que son habitantes de la propia ciudad, pero también atiende usuarios provenientes del Estado de México y del Estado de Hidalgo; lo cual significa un reto mayor para estructurar los acuerdos y las acciones públicas que permitan el correcto funcionamiento de dicho sistema.

Por otra parte, la perspectiva de estudios de la electromovilidad desde la planeación de la movilidad urbana comprende aprendizajes sociales que se desarrollan a partir del uso de nuevos sistemas de transporte público, en este caso, los trolebuses. Si bien ambas perspectivas (la tecnológica y la social) se vinculan, esta investigación pondrá su atención en el tema de la movilidad desde la planeación urbana que implica la dotación de infraestructuras para ampliar la cobertura y calidad del servicio de transporte público, y las prácticas sociales plasmadas en la experiencia del viaje, la reducción de tiempos de traslado y el cambio en los hábitos de movilidad que se desarrollan a partir de que el gobierno local introduce innovaciones en el sistema de transporte público.

3. Contexto actual de la electromovilidad en la CDMX

Las acciones que se han implementado en la CDMX en materia de electromovilidad han tenido implicaciones en varios niveles generando incidencias e innovaciones en diversos grados, desde adecuaciones a sistemas o modos de transporte ya existente hasta la configuración de nuevos modos y que se incluyen en la oferta que existía de manera previa, como es el caso del Cablebús.

En la Ciudad de México se pusieron en marcha nuevos sistemas de transporte público como el Cablebús el cual entró en servicio en julio de 2021, con una primera línea que se encuentra en la zona norte de la Ciudad en la Alcaldía Gustavo A. Madero, y la segunda línea ubicada en la Alcaldía de Iztapalapa, al oriente de la Capital; en esta última alcaldía también se encuentra la Línea del trolebús elevado, la cual brinda

servicio desde octubre de 2022. Ambas alcaldías son las más pobladas de la Ciudad de México y juntas albergan poco más de 3 millones de habitantes, hecho que impacta en la demanda de transporte público.

A continuación, se presentan mapas correspondientes a la línea 1 y 2 del Cablebús de la Ciudad de México:

Figura 1: Línea 1 Cablebús

(Gobierno de la Ciudad de México, 2023)

Figura 2: Línea 2 Cablebús.

(Gobierno de la Ciudad de México, 2023)

Estos nuevos sistemas de transporte público en la Capital mexicana representan alternativas innovadoras y sostenibles en el marco de la gestión del transporte público, ya que atienden, de acuerdo con cifras del Gobierno de la Ciudad, la línea 1 de Cablebús en promedio a 50 mil usuarios por día (Gobierno de la Ciudad de México, 2022), mientras que la línea 2 del mismo sistema atiende en promedio entre 48 y 49 mil usurarios por día (Gobierno de la Ciudad de México, 2021).

En el caso de la línea de trolebús elevado de acuerdo con el Gobierno de la Ciudad se generan en promedio 60 mil viajes diarios (Gobierno de la Ciudad de México, 2022). Dadas las características de estos nuevos sistemas de transporte, de acuerdo con datos oficiales, se contribuye a reducir los rezagos siguientes:

- Reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.
- Disminución de tiempos de traslado para los usuarios.
- Reordenamiento del transporte público en la Ciudad de México.
- Sustitución de microbuses.
- Capacitación para los operadores con perspectiva de transporte metropolitano.
- Mitigación de más de 7 mil toneladas de bióxido de carbono. (Gobierno de la Ciudad de México, 2021)

Éstos son algunos de los puntos que conlleva la situación actual de electromovilidad en la CDMX y que han contribuido para configurar como un modelo de referencia a la capital mexicana respecto de las prácticas, acciones, políticas públicas, determinaciones públicas, etc. que se llevan a cabo y que pueden ser un ejemplo para otras zonas urbanas, tanto a nivel nacional como internacional.

En el funcionamiento del sistema de transporte público están inmersos factores políticos, organizativos, tecnológicos, ambientales, sociales y espaciales. De tal suerte que la transición está fuertemente influenciada por la especificidad del lugar, incluidos elementos tales como visiones y políticas urbanas y regionales, instituciones, especialización industrial y tecnológica local, formación de consumidores y mercados locales y dotaciones de recursos naturales locales y desde el punto de vista regional, la cobertura metropolitana que puedan brindar estos sistemas.

En este caso se pondrá atención a los sistemas de Cablebús y Trolebús elevado. Si bien los trolebuses en la Ciudad de México operan desde 1951 (teniendo como antecedentes los tranvías) se ha puesto en marcha la operación de una línea de trolebús elevado, en eso consiste la innovación, porque implica diseño e infraestructuras diferentes a las tradicionalmente provistas, ya que son vehículos más ligeros y con mayor capacidad (para 87 pasajeros) además de contar con cámaras de video vigilancia, sistema GPS, autonomía de 75 kilómetros (a catenaria) , accesibilidad

para personas con discapacidad y espacios exclusivos para personas con silla de ruedas, personal de asistencia y áreas exclusivas para mujeres.

4. Proyección de la electromovilidad en la CDMX.

Uno de los principales retos para la economía del transporte de bajas emisiones es que la movilidad eléctrica puede y debe ser un elemento crucial de la economía circular, que es una estrategia para el desarrollo de la economía que permite aumentar la prosperidad al tiempo que reduce y optimiza el consumo de recursos (Guzik, et. al, 2021).

Reducir el impacto ambiental negativo que produce la puesta en marcha del sistema de transporte público en la Ciudad de México es un elemento fundamental que incentiva la búsqueda constante de procesos de innovación en aras de reducir considerablemente los niveles de contaminación.

Algunos datos que ayudan a corroborar que la implementación de la electromovilidad genera impactos positivos en la satisfacción de los usuarios, por ejemplo, el caso del trolebús elevado que actualmente corre por la alcaldía Iztapalapa hasta los límites con el Estado de México y la cual rebasó a las proyecciones de usuarios que se tenían en un plan inicial.

El hecho de que el trolebús elevado cuente con altos niveles de satisfacción en los usuarios implica que actualmente ya se esté trabajando en la ampliación de esa ruta, de tal forma que rebase los límites geográficos de la ciudad de México para conectar con el Estado de México, que a pesar de rebasar el límite territorial de la capital esta línea será operada de manera integral por el gobierno de la ciudad de México.

El ejemplo del trolebús elevado permite identificar los beneficios para los usuarios de este modo de transporte, tanto en satisfacción, reducción de tiempos, pero también permite identificar los avances que se pueden lograr en materia de coordinación metropolitana entre las distintas áreas del sector público en beneficio de los usuarios.

También se puso en marcha el Cablebús, actualmente se cuenta con dos líneas operando en su totalidad y una tercera línea el proceso de construcción, como evidencia que el modelo es funcional, incluso en la combinación de satisfacciones de necesidades de los usuarios de estas líneas, "Esta nueva línea tiene como objetivos mejorar la movilidad de los habitantes del Pueblo de Santa Fe, así como de las colonias cercanas y fomentar la cultura y el turismo nacional y extranjero a través de la conexión

de los 11 nodos culturales del proyecto Chapultepec: Naturaleza y Cultura."(Gobierno Ciudad de México, 2022)

La implementación de acciones con enfoque de electromovilidad cuenta con una visión integral de beneficios en diversas áreas para los usuarios, ya sea la satisfacción de la necesidad de transportarse por una cuestión laboral o de estudios, o por una cuestión de interés, cultura u ocio.

5. Conclusiones

En síntesis, esta ponencia explora los beneficios y retos de la electromovilidad a la luz de dos obras que se pusieron en marcha recientemente en la Ciudad de México: el Trolebús elevado y el Cablebús, desde la perspectiva de la mejora de la eficiencia en la provisión del transporte público, los efectos ambientales y en la mejora de la calidad de vida de las personas que se mueven en un espacio metropolitano.

El trolebús elevado y el cablebús son muestra de qué los procesos de innovación se pueden materializar, verse reflejados en beneficios para incrementar la oferta del sistema de transporte público en la ciudad de México y lograr incidir en la atención de los niveles de demanda de los usuarios de dicho sistema.

También se puede ver el impacto positivo en la reducción de niveles de contaminación que emiten los diversos modos que confluyen en el sistema de transporte público capitalino, que inclusive plantea el reto y el objetivo de lograr erradicar esos niveles de emisiones contaminantes en un futuro.

Lo más importante en la razón de ser de cualquier gobierno, es atender de la mejor manera posible las necesidades de la población, siendo conscientes en todo momento de las capacidades institucionales reales, los requerimientos de las personas y mejor aún si se puede atender desde varios frentes con la reducción de tiempos de traslado, ofertar una opción más segura para los usuarios y finalmente lograr incidir en la satisfacción integral de los recorridos.

La electromovilidad no es la panacea, no resuelve todos los problemas y necesidades *per se*, pero, sin duda contribuye a configurar una respuesta integral en materia de planeación e implementación de acciones, programas y políticas públicas en el ámbito de la movilidad urbana.

Uno de los retos que enfrenta la ZMVM es la articulación de una visión metropolitana del sistema de transporte y que permita llevar a cabo un esquema de puesta en marcha

en su conjunto, ya que si el modelo actual de desarticulación prevalece, con las diversas asimetrías actuales como diferencia en la dotación de infraestructuras, disparidad en el fomento a la multi-modalidad y fragmentación del territorio entre la Ciudad de México y los municipios metropolitanos del Estado de México, el panorama no resulta muy alentador.

6. Referencias Bibliográficas

Gobierno Ciudad de México. (2022). *Cablebús Línea 3: proyecto de movilidad sustentable*. https://gobierno.cdmx.gob.mx/noticias/cablebus-linea-3-proyecto-de-movilidad-sustentable/

Gobierno de la Ciudad de México. (2023). *Cablebús Línea 1*. https://www.ste.cdmx.gob.mx/storage/app/media/uploaded-files/c-L11.jpg

Gobierno de la Ciudad de México. (2023). *Cablebús Línea 2*. https://www.ste.cdmx.gob.mx/storage/app/media/uploaded-files/IMG_20210803_172859.jpg

Gobierno de México. (2018). *La megalópolis de la ZMVM | Comisión Ambiental de la Megalópolis*. https://www.gob.mx/comisionambiental/articulos/la-megalopolis-de-la-zmvm?idiom=es

Guzik, R.; Kołoś, A.; Taczanowski, J.; Fiedeń, Ł.; Gwosdz, K.; Hetmańczyk, K.; Łodziński, J.(2021) The Second Generation Electromobility in Polish Urban Public Transport: The Factors and Mechanisms of Spatial Development. Energies 2021, 14, 7751. https://doi.org/10.3390/en14227751

HABITAT, U. N. (2017). *THE RIGHT TO THE CITY AND CITIES FOR ALL*. www.habitat3.org

GOBERNANZA EN EL TRANSPORTE PÚBLICO DE SINALOA

Jorge Said Osuna Félix
Universidad Autónoma de Occidente, Culiacán, Sinaloa, México. saidos.doc@gmail.com

RESUMEN

La gobernanza ha avanzado en diversas temáticas relacionadas con el desarrollo regional, sin embargo, su análisis sobre los servicios públicos de transporte ha sido poco profundizado en los niveles subnacionales de gobierno de acuerdo con la revisión de la literatura científica realizada en esta investigación. Los gobiernos locales enfrentan el reto de proporcionar además de los servicios básicos, diseñar las políticas públicas sobre el servicio público de transporte con el objetivo de que las personas lleguen a sus centros de trabajo, actividades escolares y otras actividades como de entretenimiento, etc. En la búsqueda bibliográfica se observó una amplia agenda de gobernanza en el tema, esbozándose unos primeros hallazgos sobre la dinámica multinivel que sucede entre los gobiernos estatales y municipales para condicionar la infraestructura y la producción de servicios de transporte. Palabras claves: gobernanza, transporte público, políticas públicas.

1. Introducción

La gobernanza surge como un modelo que reconoce el diálogo, la discusión y la negociación como tareas inherentes a la toma de decisiones, significativamente en su desarrollo teórico ha buscado herramientas para generar mejor interacción y colaboración entre actores de distintos sectores que suelen dominar en los gobiernos locales. La situación que se analiza pone atención sobre cómo ha sido atendido el servicio público de transporte desde la visión de la gobernanza multinivel, donde el transporte público se debe a la relación formal e informal de los gobiernos municipales y estatales, así como de la gobernanza colaborativa que implica la consideración y participación de una diversidad de actores tanto de los que imponen condiciones en el territorio como de quienes operan los vehículos del servicio.

Durante el análisis de la bibliografía de las diferentes fuentes científicas se observa que el servicio de transporte a nivel de gobiernos sub-nacionales y locales ha sido estudiado desde el punto de vista de una acción gubernamental y sus implicaciones políticas para el diseño e implementación de una política pública de transporte.

Así mismo, con la revisión se ha podido identificar el marco de actuación que tienen las autoridades de los gobiernos locales para la dotación de los servicios de transporte, con ello se infiere que existe más una relación informal que marcos institucionales sólidos que permitan llevar a cabo la tarea de la toma de decisiones entre la diversidad y dispersión de actores que existen en la producción de los servicios públicos de transporte en Sinaloa.

2. Desarrollo

2.1. Gobernanza multinivel

El término «gobernanza multinivel» se refiere a un sistema de negociación continua entre gobiernos en varios niveles territoriales, estos niveles, también denominados «niveles de gobernanza», pueden variar desde lo supranacional hasta lo local (Marsden et al., 2014). Por su parte, Hooghe y Marks (2003) clasificaron a los actores en relación de la amplitud de sus funciones, clasificando a quienes desempeñan una amplia gama de funciones y quienes llevan a cabo acciones o funciones específicas.

Respecto a la formulación de políticas públicas en el sector transporte, el nivel nacional de gobierno no es necesariamente la unidad dominante, en ocasiones, la formulación e implementación, generalmente se lleva a cabo dentro de un sistema de negociación continua entre gobiernos anidados en varios niveles territoriales. Así, se reconoce que

el desarrollo y la implementación de políticas de transporte a menudo no están claramente definidas en relación con un solo nivel de gobierno y todos los niveles de gobierno interactúan con responsabilidades específicas.

Además, el sistema de transporte público en un país depende de las agencias de diferentes niveles de gobierno y, es común, que el federalismo fiscal optimiza el financiamiento a los diferentes niveles de gobierno (Veeneman y Mulley, 2018). Sumado al tema de la gobernanza en los sistemas federales, Bhusal y Breen (2023) señalan que se requiere comprender el funcionamiento del federalismo y la participación de los gobiernos para cristalizar la gobernanza local.

A su vez, existen desafíos relacionados con el desarrollo de una gobernanza eficaz en el sector del transporte público cuando la capacidad de planificación y toma de decisiones está fragmentada entre organizaciones y en varios niveles administrativos, con diferentes objetivos y roles, por lo tanto, se requiere identificar el contexto formal e informal en el que opera el transporte público para comprender las acciones de las organizaciones y el potencial para una gobernanza efectiva (Hrelja et al., 2017).

Con relación a esto, la fragmentación vertical conlleva la existencia de varios niveles, donde el poder y las responsabilidades son compartidos, mientras que la horizontal significa que hay unidades en el mismo nivel, con poderes y responsabilidades similares (Agrawal y Gretzinger, 2023). Por su parte, las ventajas del modelo fragmentado son que los servicios son más accesibles y cercanos con la población, lo que los vuelve altamente responsivos y fáciles de rendir cuentas, en cambio, la falta capacidad para la colaboración interna tanto como externa puede llevar a afectar la prestación de servicios en sus jurisdicciones.

Precisamente, Sosa López (2012) señala que hay una evolución de las funciones de los gobiernos locales desde el punto de vista de la gobernanza, se ha catalogado: i) actividades tradicionales o estratégicas (actividades exclusivas); ii) la red de actividades no exclusivas; y, iii) la red de producción de bienes y servicios públicos. Para esta serie de funciones existe en menor o mayor grado la participación de la autoridad con privados, un control del accionar de los actores, más disposiciones de rendición de cuentas y la búsqueda permanente de mejorar formas de gestión, esto revela la existencia de relaciones formales e informales entre organismos gubernamentales, así como dentro y fuera del sector público, y que su relación también ha sido modificada pasando de relaciones jerárquicas (verticales) a unas más horizontales con la participación de los actores públicos y sociales.

En ese sentido, Hrelja et al. (2017) señalan que la gobernanza del transporte tiene que ver con la escala geográfica, y que la introducción de agencias regionales o estatales

fue un intento para vincular los procesos de coordinación, ya sea para implementar una agenda nacional (*top-down*) o permitir aportaciones de las agendas locales (*bottom-up*). Además, observan que las autoridades regionales tienen roles más formales y en ocasiones responsabilidades poco claras.

Por ello, para Lay et al. (2023) la buena gobernanza local es el asunto más importante en la gerencia de la administración pública, para lograrla se requiere una reforma burocrática hacia el empoderamiento del aparato de gobierno que permita solucionar el pobre desempeño de las burocracias locales. Por su parte, para Del Castillo (2014) la consolidación de la gobernanza tiene que ver con la participación, puesto que requiere de un esfuerzo conjunto de actores públicos, privados y sociales para llevar la gobernabilidad de los territorios, sin embargo, estos espacios han sido minados por la creciente centralización de las decisiones.

2.2. Gobernanza colaborativa

El concepto de una gobernanza colaborativa se desarrolla dentro de un contexto de sistema que consiste en una serie de influencias políticas, legales, socioeconómicas, ambientales y de otro tipo; en este sistema crea oportunidades y restricciones, e influye en la dinámica y el rendimiento de la colaboración (Emerson et al., 2012). De acuerdo con estos autores, existen elementos detonadores entre los que se encuentra el liderazgo, los incentivos consecuentes, la interdependencia y la incertidumbre, los cuales generan la energía para el inicio de una gobernanza colaborativa.

A partir de ello, se ponen en marcha las dinámicas colaborativas y sus tres componentes: i) compromiso basado en principios; ii) motivación compartida; y iii) la generación de capacidad para la acción conjunta (Emerson et al., 2012).

2.3. Diseño de políticas públicas de transporte.

Sobre el diseño de políticas relacionadas al sector transporte, Marsden et al. (2014) proponen un marco que se sustenta en la fusión del incrementalismo y de la gobernanza multinivel. Para explicarlo, plantean un escenario donde existen diferentes instituciones que están ubicadas en diferentes niveles de gobierno (nacional y local) y donde las instituciones mantienen interacciones no jerárquicas que tienen la posibilidad de elegir entre lo incremental y lo comprensivo, por lo que es probable que un posicionamiento diferente entre las instituciones tenga consecuencias distintas en términos de sinergias y tensiones entre los actores involucrados.

En ese sentido, Marsden y Reardon (2017) critican el diseño de política racional para las políticas públicas de transporte, ya que pierden de vista los elementos políticos como el poder, el debate, la legitimidad, entre otros; por ello consideran oportuno para los estudios de las políticas del transporte retomar el enfoque de corrientes múltiples ("multiple streams"); el enfoque de coaliciones promotoras ("advocacy coalitions"); y, el enfoque de arriba-abajo y de abajo hacia arriba ("top-down" y "bottom-up").

A propósito de los actores interesados, González-Feliu et al. (2018) proponen una clasificación funcional para el transporte más allá de una división entre actores públicos y privados, el cual consiste en los usuarios del espacio; los organizadores u administradores del espacio que influyen en la planificación del suelo y el transporte.

2.4. Servicios de transporte informales.

Durante las últimas décadas, los centros urbanos de los países en desarrollo han crecido exponencialmente. Debido a la falta de capacidad fiscal e institucional, los servicios de transporte público (formales) no satisfacen las demandas del mercado y por consecuencia, los operadores de pequeña escala, legales o ilegales, ingresan al mercado para llenar estos vacíos (Cervero y Golub, 2007). Los servicios informales se caracterizan por vehículos y operadores que no cuentan con licencias, permisos o registros apropiados, y no están debidamente asegurados. Además, los vehículos suelen ser viejos y de bajo rendimiento, y la operación es una competencia activa (a veces peligrosa) por captar clientes (por ejemplo, se detienen en cualquier lugar para abordar pasajeros, llevan vehículos con más pasajeros de lo permitido y hábitos de manejo inseguros), denominado como «comportamiento dañino colectivo» ("*collectively damaging behavior*") y bautizado en América Latina como «la guerra por el centavo».

Igualmente, para Cervero y Golub (2007) los operadores informales suelen ser políticamente débiles, están mal representados en la democracia formal de la ciudad y están más asociados con la sociedad tradicional que con la sociedad moderna, de igual forma, señalan que la actividad del sector está estructurada horizontalmente entre muchos operadores independientes (en lugar de verticalmente dentro de un pequeño número de grandes empresas).

Por otra parte, Venter (2013) enlista las situaciones que enfrentan los servicios informales de transporte: i) Formalización administrativa o legalización. Para la planeación de los proyectos de mejora del transporte público se debe contar con información sobre el servicio informal; ii) Formalización financiera o recapitalización. En la informalidad los operadores no cuentan con opciones para inversiones en flota o

tecnología; iii) Formalización de la relación con la industria o la democratización. Establecer un órgano único para poder establecer negociaciones y consultas, esto es relevante ante la dispersión de conductores que se encuentran en constante competencia.

2.5. Transporte público en Culiacán, Sinaloa

Por lo que respecta al transporte público en la ciudad de Culiacán, el servicio público de transporte en autobuses está contemplado en la Ley de Movilidad Sustentable del Estado de Sinaloa (2018) como una atribución del Gobierno del Estado de Sinaloa (GES) (sub-nacional). También, señala la distribución de funciones y responsabilidades del transporte público tanto del estado como las de los municipios. Así mismo, menciona al Consejo de Movilidad como el órgano que tiene por objetivo promover «la participación plural y democrática de la sociedad, así como los esfuerzos de la Administración Pública en las acciones inherentes a la movilidad y el transporte público». De acuerdo con la documentación de las actas de sesiones del Consejo con fecha del año 2021, este se integró con dependencias del Gobierno del Estado como Consejeros y como invitados los representantes de los Sectores del Transporte, de la Construcción y Confederaciones Agrícolas y se desahogaron temas de actualización de la tarifa del transporte público y sobre las concesiones.

Por su parte, en el estudio elaborado por la Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno de Sinaloa se requiere tener en cuenta para implementar un proyecto de transporte en la ciudad de Culiacán a la participación del Gobierno Municipal de Culiacán por sus competencias en planeación urbana y por la jurisdicción de las vías donde se desplazan los vehículos del transporte (SEDESU, 2020). Además, se identifica la participación de la dependencia encargada de la obra pública, así como quien controla la otorgación de permisos y operación del transporte, y la dependencia del desarrollo urbano, territorial y aspectos técnicos de la movilidad, también a la dependencia encargada de la gestión y distribución de los recursos económicos. Con todo esto, se reconoce una diversidad de participantes y denota una dispersión y/o fragmentación de las responsabilidades para atender la temática.

Sumado a esto, la operación de estos servicios se encuentra en manos de privados a partir de concesiones y permisos que entrega el GES. En la ciudad de Culiacán existen 58 rutas urbanas que son operadas por 7 agrupaciones de personas concesionarias y permisionarias. Una de ellas, opera más del 55% de las rutas y cuentan con el 49% de los 1,172 autobuses disponibles para el servicio (SEDESU, 2020).

Por otro lado, respecto a la elección del transporte público para desplazarse, entre el año 2015 y el 2020 el porcentaje de trabajadores que se trasladaron a su centro de trabajo en transporte aumentó del 24.1% al 26.1%; mientras quienes lo hicieron en auto pasaron del 38.7% al 48.8%, es decir, las personas han preferido utilizar el vehículo privado (INEGI, 2015b; 2020). En ese periodo, el mismo fenómeno se documenta para los viajes que se realizan a la escuela, el porcentaje de estudiantes que utilizaron transporte aumentó del 26.8% al 27.6%; y los que llegaron en coche incrementaron del 25.2% al 31% (INEGI, 2015b; 2020). Esto ha intensificado las externalidades negativas mencionadas por diversos autores y que se hace visible en las ciudades sinaloenses en cuánto a la congestión vial, y el consumo de tiempo de los viajes.

Además, cada vez es menos la población con más de 18 años que utiliza el transporte público urbano en Sinaloa, por ejemplo, en 2015 fueron 777,929 personas y para el año 2021 la cantidad disminuyó a 561,586 (INEGI, 2015a; 2021). En contraste, la satisfacción del servicio ha tenido un cambio más positivo, en 2021 el 52.9% de este grupo de la población se encontró satisfecho, superior al 42.6% del año 2015 (INEGI, 2015a; 2021). En relación con los paraderos de transporte, la satisfacción se mantiene, en 2015 con 36.3% y para 2021 con 36.2%, aunque respecto a los horarios del servicio hay una mejora al pasar del 13.3% al 25.4%, los tiempos de espera entre un autobús y otro han perdido buena percepción al pasar del 61.9% al 57.6% (INEGI, 2015a; 2021).

Por su parte, en seguridad pública en el transporte público, en el mes de diciembre del 2022, el 60.4% población de la ciudad de Culiacán tienen la percepción de que el transporte público es inseguro, con una mejora en comparación con marzo del 2016 con un 74.5%. A pesar de esta mejora, desde el año 2016 al 2022 el servicio público de transporte es el segundo lugar con mayor percepción de inseguridad.

Desde otro punto de vista, Burgos Dávila, C. J. et al. (2013), documentaron las opiniones de personas usuarias y choferes del transporte de autobuses en la ciudad de Culiacán, recabando la percepción de un servicio anárquico donde la interacción entre choferes y usuarios es de conflicto por la ausencia de los puntos de ascenso y descenso, así como las faltas a los reglamentos de tránsito por parte de los conductores. En el estudio se interpreta la existencia de un proceso de normalización de los asaltos al transporte, no solo al chofer sino a los objetos de valor que portan los pasajeros, así como otras situaciones de inseguridad como acoso o violaciones.

Por su parte, en el estado de Sinaloa la política pública de transporte no ha logrado concretar proyectos de mayor calidad para el servicio público. Por ejemplo, en 2009 se llevó a cabo el proyecto «Sinaloa Red Plus» que creó un organismo encargado de modernizar el servicio limitando sus logros a la homologación de la cromática de los autobuses y el sistema de credenciales de estudiante, y por ende su extinción en 2018.

Por otra parte, el GES otorgó, entre los años 2019 y 2021, subsidios económicos para que los privados adquirieran nueva flota a través de créditos, pero debido a la pandemia del Covid-19 los transportistas se vieron imposibilitados de sostener los pagos (Revista Espejo, 2021). Otro proyecto que no vio la luz fue el denominado «Sistema Integrado de Transporte para la ciudad de Culiacán» a pesar de estar en el registro de la Cartera de Proyectos de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2023) y contar con un monto de apoyo del Gobierno Federal de México.

Sumado a esto, el modelo convencional de operación del transporte «hombre-camión», que son los que tienen mayor presencia en el país (Gobierno de México, 2023). Además, de acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano del Gobierno de México, el 80% de los que ofrecen el servicio de transporte en el país bajo este modelo que media la calidad por los ingresos y la visión se acota a la operación cotidiana (Pasajero 7, 2022).

3. Conclusión

La gobernanza del transporte en Sinaloa tiene elementos para considerarla como multinivel ya que reconoce en la Ley de Movilidad Sustentable de Sinaloa la participación de distintos órdenes de gobierno. Sin embargo, el Consejo de Movilidad donde busca consolidar la pluralidad y la participación no se distingue la integración de autoridades del gobierno como el Federal o el Municipal. Respecto a la autoridad dominante de la formulación de la política de transporte público en el estado de Sinaloa existe una ausencia ya que existe una diversidad de funciones de planeación y operación del transporte que son distribuidas en las secretarias de Gobierno, de Desarrollo, de Obras Públicas y Salud. Por su parte, se observa que la opción del transporte público para desplazarse cada vez es menos utilizada en Sinaloa, mucho de ello explicado por la baja satisfacción que tienen los usuarios con el servicio y sus componentes.

Con esto podríamos aseverar que la calidad del servicio es posiblemente afectada por la fragmentación que existe en la planificación y la toma de decisiones. Esta fragmentación supone que los servicios son más cercanos a la población, pero en el caso del transporte público la agencia de la operación diaria se encuentra instalada en el Gobierno del Estado y no en los municipios. Así mismo, no se encontró información sobre la existencia de órganos de gobiernos adicionales a este Consejo. Por lo que se requiere incluir las temáticas sobre planificación y operación del transporte, la mejora de la calidad del servicio y otros temas que impliquen la colaboración de una o más organizaciones a pesar de existir la necesidad de vincular a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno.

Así mismo, la integración de este Consejo, incluye sectores como invitados relacionados a la operación del servicio de transporte público de pasajeros y de mercancías, pero sin tomar en cuenta a organizaciones ciudadanas que intervengan por los usuarios, la población en general o temas específicos como lo ambiental, la justicia social o el desarrollo económico. A la par, tampoco se consideran actores relacionados al uso del territorio y la administración del territorio que han contemplado los autores para una mejor gestión del servicio de transporte público y desde su perspectiva pudieran apoyar en la vinculación del territorio y el transporte que es crucial para consolidar la gobernanza del transporte.

4. Referencias Bibliográficas

Agrawal, S. y C. Gretzinger (2023). Local governance in Alberta: Principles, options and recommendations. *The School of Public Policy Publications*, 16(1). https://doi.org/10.11575/sppp.v16i1.76104

Bhusal, T., y M. G. Breen (2023). Federalism and local governance: Exploring multilingualism in local decision-making in Nepal. *Regional & Federal Studies*, 33(2), 187-207. https://doi.org/10.1080/13597566.2021.1940970

Burgos Dávila, C. J., C. E. Silva Ríos, S. M. Troncoso Avalos y B. Franco López (2013). Lo cotidiano en el transporte público de Culiacán: hacia una movilidad urbana sostenible y segura. *Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales*, 3(1), 123–139.

Cervero, R., y A. Golub (2007). Informal transport: A global perspective. *Transport Policy*, 14(6), 445–457. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.04.011

Congreso del Estado de Sinaloa (2018, octubre 10). Ley de Movilidad Sustentable para el Estado de Sinaloa. Periódico Oficial. Recuperado mayo 15, 2023. Recuperado de: https://gaceta.congresosinaloa.gob.mx:3001/pdfs/leyes/Ley_59.pdf

Del Castillo, R. G. (2014). Democracia y participación en los gobiernos locales: su importancia para la gestión pública y gobernanza locales en México. *Revista Mexicana de Análisis Político y Administración Pública*, (5), 91-120.

Emerson, K., T. Nabatchi y S. Balogh (2012). An integrative framework for collaborative governance. *Journal of Public Administration Research and Theory: J-PART*, 22(1), 1–29. https://doi.org/10.1093/jopart/mur011

Gobierno de México (2023) Estrategia Nacional de Movilidad y Seguridad Vial 2023 - 2042. *SEDATU/SICT*. Recuperado junio 01, 2023. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/sedatu/ENAMOV_VF.pdf

Gonzalez-Feliu, J., C. Pronello y J.M.S. Grau (2018). Multi-stakeholder collaboration in Urban Transport: State-of-the-art and research opportunities. *Transport*, 33(4), 1079–1094. https://doi.org/10.3846/transport.2018.6810

Hooghe, L. y G. Marks (2003). Unraveling the central state, but how? Types of multi-level governance. *The American Political Science Review*, 97(02). https://doi.org/10.1017/s0003055403000649

Hrelja, R., J., Monios, T. Rye, K. Isaksson y C. Scholten (2017). The interplay of formal and informal institutions between local and regional authorities when creating well-functioning public transport systems. *International Journal of Sustainable Transportation*, 11(8), 611–622. https://doi.org/10.1080/15568318.2017.1292374

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2023). *Encuesta nacional de seguridad pública urbana* [Data set]. Recuperado mayo 15, 2023. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/programas/ensu/#Tabulados

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015a). *Evaluación de servicios públicos bajo demanda* [Data set]. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/encig/2015/tabulados/II_evaluacion_servicios_bajo_demanda_encig2015_est.xlsx

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2021). *Evaluación de servicios públicos bajo demanda* [Data set]. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/encig/2021/tabulados/II_evaluacion_servicios_bajo_demanda_encig2021_est.xlsx

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2015b). *Movilidad cotidiana* [Data set]. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/intercensal/2015/tabulados/10_movilidad_cotidiana.xls

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). *Movilidad cotidiana* [Data set]. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/tabulados/ampliado/cpv2020_a_eum_10_movilidad_cotidiana.xlsx

Lay, M. R., E. Daeng y J.J. Therik (2023). Realizing good local governance through local government apparatus empowerment strategy. *Journal of Social Research*, 2(8), 2600-2607. https://doi.org/10.55324/josr.v2i8.1311

Marsden, G., A., Ferreira, I., Bache, M., Flinders y I. Bartle (2014). Muddling through with climate change targets: a multi-level governance perspective on the transport sector. *Climate Policy*, 14(5), 617–636. https://doi.org/10.1080/14693062.2014.905823

Marsden, G. y L., Reardon (2017). Questions of governance: Rethinking the study of transportation policy. *Transportation Research. Part A, Policy and Practice*, 101, 238–251. https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.05.008

Pasajero 7 (2022, mayo 16) *SEDATU reiteró su apuesta por el transporte público que mueve al 80% de los mexicanos*. Pasajero 7. Recuperado de: https://www.pasajero7.com/sedatu-reitero-apuesta-transporte-publico-mueve-al-80-los-mexicanos/

Revista Espejo (2022, octubre 18) *Camiones "Puros Sinaloa". Entre la modernización y el embargue*. Revista Espejo. Recuperado de: https://revistaespejo.com/2021/10/18/camiones-puros-sinaloa-entre-la-modernizacion-y-el-embargue/

Secretaría de Desarrollo Sustentable del Gobierno del Estado de Sinaloa (SEDESU) (2020) *Sistema Integrado de Transporte de la ciudad de Culiacán. Análisis costo beneficio.*

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2023) *Cartera Pública de Inversión.* Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Recuperado mayo 15, 2023 de: https://www.secciones.hacienda.gob.mx/work/models/sci/cartera_publica/#/busqueda

Sosa López, J. D. J. (2012). Gobiernos locales y desarrollo territorial en México. *Frontera Norte,* 24(47), 171-192. Recuperado septiembre 21, 2023, de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73722012000100007&lng=es&tlng=es.

Veeneman, W., y C. Mulley (2018). Multi-level governance in public transport: Governmental layering and its influence on public transport service solutions. *Research in Transportation Economics*, 69, 430–437. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.07.005

Venter, C. (2013). The lurch towards formalisation: Lessons from the implementation of BRT in Johannesburg, South Africa. *Research in Transportation Economics*, 39(1), 114–120. https://doi.org/10.1016/j.retrec.2012.06.003

LA GOBERNANZA DENTRO DEL ENGRANAJE DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA DEL TRANSPORTE PÚBLICO URBANO Y REGIONAL EN COLOMBIA

Edder Alexander Velandia Durán
Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. evelandiad@unisalle.edu.co

Jhon Jairo Pérez Gelvez
Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.

RESUMEN

El transporte público y la electromovilidad son dos apuestas desde el gobierno colombiano para construir un transporte urbano sostenible. Es así que el marco político nacional, el conocimiento, la participación de la academia, las experiencias locales e incluso los recursos han crecido alrededor de la electromovilidad. Sin embargo, el transporte público urbano no migra a las nuevas tecnologías con la velocidad esperada e incluso se evidencia resistencia al cambio por parte de transportadores, bancos y gobernantes locales. La dificultad para la transición energética del transporte público urbano y regional en Colombia es el punto de partida de una investigación doctoral en la cual se propone analizar esta condición desde una mirada alternativa, específicamente desde la gobernanza. Se reconoce que el gobierno no es el único ejecutor de las acciones de cambio, más cuando el transporte público urbano en Colombia es operado por privados bajo diferentes esquemas operacionales y condiciones comerciales. Es en este punto donde la gobernanza como una nueva aproximación puede contribuir al fortalecimiento de los proyectos en las fases de estructuración y diseño, impulsar su implementación y facilitar la masificación de la electromovilidad en los territorios, esto al reconocerse que el gobierno nacional no es necesariamente la unidad dominante y, dependiendo de la situación, suelen tener que hacerse dentro de una negociación entre gobiernos jerarquizados en distintos niveles territoriales. Este trabajo desarrolla el concepto de gobernanza desde un marco teórico preliminar que sea fundamento para la hipótesis de investigación en el caso de estudio colombiano.

1. Introducción

El debate internacional acerca de la preservación del ambiente y la necesidad de un desarrollo justo, equitativo y con menor costo ambiental se ha fortalecido. El cambio climático, la mala calidad del aire y los daños ambientales en los ecosistemas, sumado a los crecientes costos económicos que estos desequilibrios originan, son sólo algunos hechos que señalan la necesidad de un transporte sostenible. Recientemente, con la definición del derecho a un ambiente sano como un derecho humano (ONU, 2021) y, en articulación con los conceptos de la agenda ODS (ONU, 2018), se considera que los sistemas de transporte público son una opción que contribuye positivamente a los indicadores de sostenibilidad y calidad de vida en escalas urbanas (Martínez, 2018).

En esta línea, la electromovilidad es una alternativa tecnológica que puede ser implementada para sustituir las tecnologías de combustión interna y con alto valor por sus beneficios, no solo en términos energéticos y reducción de emisiones, sino también, por su impacto en equidad, salud y confort al usuario. Electrificar el transporte público es viable, pero es necesario un marco político e incentivos que aumenten su competitividad (Escalante, 2019 y Romero et.al, 2020). En la actualidad, las soluciones de transporte eléctrico son diversas, sin embargo, los buses eléctricos son una alternativa viable en cualquier contexto y con alta aplicación en Latinoamérica. En esta línea, Orbea (2020), considera que los planes con buses eléctricos deben estar enmarcados en una política pública de calidad del aire y mejora del servicio.

La mayor experiencia en buses eléctricos se encuentra en China, mayor productor de la tecnología, y en la Comunidad Europea, específicamente en ciudades de Noruega, Dinamarca, Suecia, Francia y Suiza (WWF, 2020). Por su parte, la electromovilidad en el transporte público urbano penetra gradualmente en otros escenarios como en Latinoamérica y en ciudades como Santiago de Chile, México DF y Bogotá se concentran los mayores esfuerzos (BID, 2020).

En el caso colombiano, se ratifica la insostenibilidad del sector transporte. Según la UPME (2020), el sector transporte consume el 40% de la energía primaria, emite el 12% de las emisiones totales de CO_2 (IDEAM, 2018) y se identifica como un actor clave en la generación de emisiones que afectan la calidad del aire urbano con costos colaterales que se estiman en 1,75% del PIB (DNP, 2015). Con relación al transporte público, este segmento atiende la mayor cantidad de los viajes en las ciudades/regiones capitales (DNP, 2020), la edad promedio de la flota supera los 14 años (Mintransporte, 2020), y emplea tecnologías principalmente de combustión con alta dependencia de diésel.

En cumplimiento de los compromisos ambientales firmados por el país, en la actualidad existe una apuesta por la eficiencia energética y la reducción de las emisiones del transporte terrestre, para lo cual contempla el uso del gas natural en el corto/mediano plazo y las tecnologías eléctricas a mediano/largo plazo (MinMinas, 2021). En esta línea, las mayores inversiones de capital, el costo de la infraestructura eléctrica, las condiciones operacionales del transporte público urbano, las limitadas capacidades financieras y técnicas de los transportadores, y la presión de algunos actores perjudicados con el ingreso de la electromovilidad son condiciones que limitan la introducción y masificación de la electromovilidad (USAENE, 2019; WWF, 2020).

Además, se pueden identificar otros elementos que influyen en la transición energética del transporte público en los territorios: las capacidades institucionales tanto públicas como privadas, el empoderamiento de la sociedad, la participación de la academia, la capacidad de influencia de colectivos ambientales, la participación de los medios de comunicación, la voluntad política de los mandatarios y la articulación entre las políticas nacionales y locales. En consecuencia, la migración hacia tecnologías más sostenibles representa una "transición" que requiere tiempo y consistencia de las acciones emprendidas por las diferentes administraciones públicas. Romper las reglas en un mercado consolidado no será fácil, esto al reconocer el amplio dominio de las tecnologías de combustión interna por cerca de un siglo. Esta transición significa oposición, incertidumbre y desconfianza entre los diversos actores involucrados, algunos de los cuales se verán perjudicados.

En este camino, el gobierno colombiano ha expedido una serie de medidas políticas e incentivos que han resultado de la articulación institucional en el orden nacional y el desarrollo de estudios, muchos de los cuales, han contado con apoyo financiero de instituciones de cooperación internacional. Díez et.al (2010), Velandia et.al (2018) y WRI (2021) señalan que la electromovilidad puede ser una opción técnica y financiera en la modernización del transporte público urbano colombiano. Paralelamente, se han realizado pruebas piloto con diferentes buses eléctricos, financiadas por proveedores de tecnologías y empresas del sector eléctrico, que han ofrecido información local acerca de eficiencia energética, costos operacionales y confort al usuario. En la imagen 1 se pueden apreciar dos patios de buses eléctricos con baterías en Colombia.

Imagen 1. Patios de buses eléctricos en Medellín y Bogotá.

La disponibilidad creciente de proveedores, la diversidad de configuraciones tecnológicas, los estudios de soporte y el apoyo gubernamental abren la puerta a las nuevas tecnologías, sin embargo, no ha sido suficiente para ratificar el camino hacia la electromovilidad y facilitar el proceso de la transición energética; por tanto, desde una nueva mirada al problema, se propone incluir la gobernanza dentro de este proceso de transición energética del transporte público en Colombia. Puede decirse que hay algunas evidencias de gobernanza incipiente gestada desde la presión de los interesados hacia el sector gubernamental y un gobierno nacional que ha liderado algunas iniciativas para construir acciones conjuntas. Sin embargo, en el último quinquenio se ha identificado la resistencia de algunos sectores y las rotaciones de personal han aletargado los resultados

El concepto de gobernanza permitiría un abordaje a partir de las relaciones gobierno-ciudadanía, como un mecanismo para articular diversos actores, sus intereses y tensiones bajo un propósito común, un transporte público urbano sostenible. La gobernanza ya ha sido considerada en algunos casos exitosos de electrificación del transporte público en ciudades de la Comunidad Europea e incluso se menciona en la estrategia de electromovilidad chilena (SECTRA, 2020) y ecuatoriana (MTOP, 2021).

2. Metodología

Como se evidencia, el marco político nacional, el conocimiento, la participación de la academia, las experiencias locales e incluso los recursos han crecido alrededor de la electromovilidad. Sin embargo, el transporte público urbano no migra a las nuevas tecnologías. Este planteamiento es el punto de partida de la investigación, donde se propone incluir la gobernanza como nuevo elemento en la transición energética del transporte público urbano hacia la electromovilidad en el país. En esta línea, los gobiernos y las sociedades están inmersos en el reto de convivir con "graves problemas y grandes avances", hecho que genera incertidumbres, riesgos y temores para generar

un cambio (Longo, 2020). Como alternativa al abordaje tecnicista tradicional se considera a la gobernanza como una estrategia que puede favorecer la electromovilidad en el transporte público, especialmente en los territorios. Siendo un concepto poco desarrollado en el país, se plantea una revisión de los antecedentes alrededor de la implementación de la electromovilidad en el transporte público colombiano y especialmente una revisión teórica acerca de la incorporación de la gobernanza en los procesos de transición energética del transporte o en temas afines como las energías renovables. El objetivo es identificar los vacíos existentes en la transición y evidenciar la adopción de la gobernanza dentro del proceso.

3. Marco teórico

Con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, los derechos humanos, la lucha contra el calentamiento climático y la promoción del desarrollo sostenible son elementos solidarios y uno no puede encontrarse en oposición con los otros; y éstos deben hacer parte de la planificación y operación del transporte público urbano (ONU, 2018). En consecuencia, el transporte ha dejado de ser una cuestión técnica y financiera, para convertirse en un reto administrativo y político para los gobiernos locales (Dávila, 2012).

En Colombia, los nuevos concesionarios del transporte público colombiano deberán realizar inversiones para la reposición y ampliación de la flota de buses en los próximos cinco años. Para este requerimiento, soluciones diésel, diésel híbridas, gas natural dedicado y eléctrico, para el caso de buses padrones, son posibles en el mercado. Actualmente, la tecnología diésel es la opción más barata en inversión inicial y domina el mercado nacional de transporte urbano, sin embargo, el progresivo incremento de precio del combustible, los considerables costos de mantenimiento asociados y el sostenimiento de emisiones contaminantes muestran que esta solución puede no ser la mejor opción en el largo plazo.

Estudios comparativos entre tecnologías de buses, para un horizonte de 12 años de servicio y un recorrido anual de 65000 Km, han mostrado que los buses eléctricos representan una oportunidad en términos económicos para el operador; beneficios destacados por reducción de emisiones GEI, mejoramiento de la calidad del aire y reducción de los niveles de ruido para la ciudad; y otros beneficios por eficiencia energética, innovación y competitividad al nivel país (Velandia et.al, 2018; USAENE, 2018; WRI, 2021; EY, 2016). Asimismo, la sustitución de combustibles fósiles por electricidad generada principalmente por fuentes renovables y con proyecciones de confiabilidad en el suministro de largo plazo, ofrece un valor agregado.

En la actualidad, ciudades como Bogotá, Medellín y Cali cuentan con flotas operativas de buses eléctricos con baterías. En el caso de Medellín fue una decisión política del gobierno municipal que asumió las inversiones de la flota eléctrica y su infraestructura de recarga, registrando la flota al sistema de transporte público - Metroplús. En el caso de Cali, la ciudad autorizó a privados para suscribir alianzas que facilitaran el ingreso de buses eléctricos al sistema MIO. En Bogotá, la experiencia se divide en dos momentos: en el primero, la ciudad suscribe acuerdos con la empresa de energía eléctrica local ENEL para la implementación de la infraestructura de recarga vehicular y se expidieron licitaciones para la renovación de flotas con tecnologías bajas y cero emisiones (componente vehículos y componente operación/mantenimiento); en el segundo, la ciudad expide licitaciones específicas para renovación de flotas con buses eléctricos, entregando la responsabilidad de la infraestructura de recarga vehicular al proveedor de las flotas. De alguna manera, en las tres ciudades se evidencia una decisión política desde las administraciones locales que facilitó los procesos para la compra de flotas eléctricas.

En Bogotá, el Concejo Distrital expidió el Acuerdo 127 de 2021 que exige la renovación de los buses del Sistema Integrado de Transporte Público con tipologías iguales o menores a 12 metros por buses eléctricos. Es así como la ciudad genera una apuesta de obligatorio cumplimento que comienza a tener su mayor desafío de implementación en el año 2024, fecha a partir de la cual inicia la exigencia tecnológica. Esto fue el resultado de una presión académica (universidades, instituciones de cooperación internacional, centros de investigación, organizaciones no gubernamentales), presión mediática (medios de comunicación en todos los segmentos), presión de sectores privados (proveedores de buses, empresas sector eléctrico) e incluso, presiones del Gobierno Nacional con sus políticas e incentivos lo que pudo permear las decisiones que se llevaban a cabo durante la estructuración de las licitaciones de renovación y/o compra de flotas de buses en la ciudad.

En el periodo 2010-2015, el gobierno colombiano expidió diferentes medidas que favorecen a las tecnologías eléctricas en el transporte, siendo destacadas el PROURE 2010/2016/2022 (Programa Uso Racional y Eficiente de la Energía Eléctrica), la Ley 1964/2019 de Movilidad Eléctrica y la Ley 2099/2021 para la Transición Energética. Aunque existen compromisos explícitos de compras de flotas eléctricas en el tiempo, el cómo lograr estos compromisos no son claros. Si bien se eliminan impuestos, pero no existen aportes directos a la compra de flotas eléctricas o subvenciones por renovación tecnológica como existen en otras latitudes, los beneficios no son suficientes para garantizar la competitividad de las nuevas tecnologías. Es importante señalar que el mismo gobierno, con una política paralela, ha generado incentivos para las tecnologías como el GNV y mantiene beneficios a las tecnologías diésel.

Como se indica, existe un escenario en el cual las soluciones eléctricas pueden ser competitivas (no necesariamente mejores financieramente) frente a las tecnologías tradicionales en buses padrones; sin embargo, Velandia (2021) expresó la necesidad de apoyar a la industria nacional, adecuar las configuraciones a las necesidades particulares de rutas, desmontar aranceles a las baterías para las tecnologías cero emisiones, facilitar el financiamiento de las inversiones iniciales, aumentar los cargos a los combustibles fósiles, incluyendo al GNV, y propiciar esquemas de recarga con el máximo aprovechamiento de las estaciones, incluyendo la integración de la recarga de las baterías a los futuros esquemas de redes eléctricas inteligentes.

Ahora bien, la masificación de las nuevas tecnologías parece haberse estancado y encuentra mayores dificultades en las regiones, espacios donde incluso hoy la tecnología se muestra mediante pilotos y distante a los requerimientos en los diferentes territorios. Es acá donde la gobernanza surge como una respuesta a la sostenibilidad de las políticas y a la necesidad de involucrar a las comunidades en la definición de su forma de vida, en este caso específico, en la definición de las tecnologías y energéticos empleados en el transporte público urbano.

La gobernanza no es un concepto nuevo en la región, por el contrario, sí se ha abordado en proyectos específicos de transporte público y movilidad sostenible (Dávila et.al, 2012; Velarde et.al, 2016; Acosta et.al, 2018). Sin embargo, la producción académica sobre la relación entre gobernanza y la transición tecnológica del transporte público urbano hacia la electromovilidad, es aún limitada. La gobernanza incluye los mecanismos, procesos e instituciones mediante los cuales los ciudadanos expresan sus intereses, ejercen sus derechos, satisfacen sus obligaciones y resuelven sus diferencias (Iza, 2006).

Según la Comunidad Europea (2001), se proponen cuatro grandes cambios desde la gobernanza: implicar más a los ciudadanos, definir políticas y legislaciones más eficaces, comprometerse en el debate sobre la gobernanza mundial y, centrar las políticas y las instituciones en objetivos claros. En síntesis, la gobernanza se basa en cinco principios: apertura, participación, responsabilidad, eficacia y coherencia. Por su parte, el Banco Mundial (2017) considera que mejorar la gobernanza es fundamental para garantizar un crecimiento equitativo en los países en desarrollo. Igualmente, se plantea cómo la distribución desigual del poder en la sociedad limita la eficacia de las políticas e identifica tres elementos esenciales para que las políticas sean eficientes: el compromiso, la coordinación y la cooperación. Desde esta posición institucionalista, la CEPAL (2018), expone que el desafío de cambiar el paradigma del desarrollo exige un cambio en las formas de gobernanza imperantes.

Docherty et.al (2018), examinaron el papel de la gobernanza en la gestión de la transición del régimen socio-tecnológico a la movilidad inteligente. Asimismo, Zhang (2018) concluyó que la mayor parte de las investigaciones se han dedicado a las cuestiones de "quién gobierna" y, en menor medida, a "qué se gobierna", sin dedicar suficiente atención a las cuestiones de cómo se gobierna y con qué propósito. Sørensen et.al (2010) destacaron la creciente importancia de la modalidad de redes en la gobernanza contemporánea del transporte público, que incrementa la relevancia de la confianza, la reciprocidad y el intercambio eficaz de información entre los actores. En esta línea, la CEPAL (2021), identificó que en los últimos años los investigadores han dedicado más atención a la gobernanza en relación con una variedad de temas de transporte, desde la perspectiva modal o multimodal, y en relación con los objetivos de desarrollo general o las dificultades relativas a la integración de políticas.

Si bien la experiencia europea es referente, existen múltiples elementos involucrados en cada proyecto de transporte público urbano, muchos de ellos con carácter local; por tanto, se resalta la importancia de construir apuestas para cada contexto y en particular, para las ciudades colombianas. En los territorios colombianos las capacidades institucionales, la organización del transporte público existente, la confianza y credibilidad ante el sistema financiero de los transportadores, la topografía, clima, trazados, disponibilidad de recursos públicos, las configuraciones urbanas, la presencia de universidades y condiciones culturales son diferenciales.

Es por ello que, reconociendo la amplitud del concepto de gobernanza y el tipo de problema de estudio se propone un abordaje desde la gobernanza multinivel. Esto significa la necesidad de identificar actores en diferentes niveles, así como sus intereses, relacionamientos, experiencias y temores alrededor de la transición energética del transporte público urbano. Piattoni (2009), define la gobernanza multinivel esta entendida como "un acuerdo para tomar decisiones vinculantes que implica una multiplicidad de actores políticamente independientes, pero por lo demás interdependientes, en diferentes niveles de agregación territorial y en el que no se asigna la competencia política exclusiva o una jerarquía estable de la autoridad política a cualquiera de estos niveles".

Hoy la gobernanza multinivel es una herramienta para promover nuevas oportunidades y espacios de cooperación (Castro, 2017). Valencia et.al (2012) señalan que la gobernanza multinivel se relaciona con un proceso de democratización institucional, en el cual la participación local es un elemento clave logrando así una mayor y más equitativa distribución de poderes y beneficios. Por su parte, Veeneman et.al (2018), exponen que el gobierno nacional no es necesariamente la unidad dominante y, dependiendo de la situación, la formulación y aplicación de políticas suelen tener que hacerse dentro de una negociación entre gobiernos jerarquizados en

distintos niveles territoriales. Este es justo este enfoque el que permitiría articular las iniciativas desde el gobierno nacional a los territorios y fortalecer la autoconstrucción de propuestas desde los territorios, atendiendo los lineamientos del gobierno nacional, y en reconocimiento de sus condiciones y particularidades.

4. Conclusiones

En Colombia, la transición energética del transporte público urbano/regional requiere la articulación y participación de múltiples actores, tanto públicos como privados, esto al reconocer que el servicio se desarrolla bajo un modelo de regulación y gestión público e inversiones, operación y servicio con capitales privados. Transportadores, fondos de capital, bancos, instituciones del gobierno nacional y local, instituciones de cooperación internacional, entes reguladores de transporte, proveedores de buses, combustibles e infraestructura, juegan un rol relevante en los procesos de transición energética del transporte público urbano.

Es así como, abordajes de arriba hacia abajo, tradicional de la política pública colombiana alrededor del transporte y energía, puede no ser suficiente si no se logra permear en las diferentes capas. Alternativamente, planteamientos de "abajo hacia arriba", con participación de los ciudadanos y transportadores locales podría ser una estrategia útil en la construcción de políticas y/o estrategias orientadas a la masificación de la electromovilidad en el transporte público urbano y el fortalecimiento del ecosistema requerido, con posibilidades de impacto en Latinoamérica, sin desconocer con esto la complejidad local existente. En resumen, el gobierno nacional debe construir soluciones desde los territorios y con los diversos actores locales, buscando implementaciones viables desde lo financiero, pero acordes a las necesidades de la población, las capacidades institucionales públicas y privadas, y las condiciones particulares (geográficas, urbanas, climáticas, económicas, culturales), para lo cual, la gobernanza se convierte en una herramienta que facilitaría el proceso.

Finalmente, el abordaje de la transición energética desde la gobernanza espera ser útil en la construcción de políticas y/o estrategias orientadas a la masificación de la electromovilidad en el transporte público urbano colombiano, con posibilidades de impacto en Latinoamérica, sin desconocer la complejidad existente ni las particularidades desde los territorios. Este se convierte en el punto de partida de la investigación doctoral que se encuentra en desarrollo.

5. Referencias Bibliográficas

Acosta S. (2018). La gobernanza del transporte público urbano. Un estudio comparativo de los sistemas de Hermosillo, Sonora y León, Guanajuato 2009-2015.

Banco Mundial (2017). Mejorar la gobernanza es fundamental para garantizar un crecimiento equitativo en los países en desarrollo. Washington. https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2017/01/30/improving-governance.

BID (2020). Cómo llegar a cero emisiones netas. Lecciones de América Latina y el Caribe.

Castro R. (2017). La Gobernanza Multinivel como modelo de Desarrollo Territorial: el caso de la electrificación rural en la región del Catatumbo. Maestría en Políticas Públicas y Desarrollo. Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB. Bucaramanga.

CEPAL (2018). Gobernanza del transporte: perspectivas teóricas y de políticas. Edición Nº 365, número 5. Unidad de Servicios de Infraestructura.

CEPAL (2021). Evaluación de programas públicos. Serie Gestión Pública No 87. ISSN 1680-8835

Comunidad Europea (2001). La gobernanza europea. Un libro blanco. Bruselas.

Dávila J., Brand P. (2012). La gobernanza del transporte público urbano: indagaciones alrededor de los Metrocables de Medellín. Bitácora21. 2012: 85 – 96. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

Díez A.E., Restrepo M., Bohórquez A., Figueroa M., Velásquez J.A., Díez I.C., Pérez J.D., Velandia E.A., Osorio O., Roa L. (2010). Análisis de la factibilidad de implementación de una solución de transporte masivo eléctrico de mediana capacidad en la ciudad de Bogotá mediante trolebuses. Colciencias, UPB, CIDET y CODENSA. Colombia.

DochertyaI, Greg Marsdenb, J. Anableb, 2018. The governance of smart mobility. Transportation Research Part A 115. 114–125.

EY (2016). Diseño operacional detallado del sistema de transporte público eléctrico de pasajeros, para las islas de San Andrés y Providencia, y una evaluación jurídica, financiera y económica que permita establecer la viabilidad del esquema de Asociación Público-Privada en la implementación del Proyecto. Estudio contratado por DNP, Colombia.

Escalante A. (2019). Estudio para el Desarrollo de Modelos de Negocio Verde en Servicios de Transporte Urbano para Perú.

Gómez A., Lara D., López G., Páez A., Quintero J., Utria D. (2015). Transmilenio, un reto para la cultura ciudadana en Bogotá. Especialización en desarrollo humano con énfasis en procesos afectivos y creatividad. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Colombia.

IDEAM (2018). Colombia le presenta al mundo su reporte de actualización en cambio climático ante la convención de Naciones Unidas. http://www.pronosticosyalertas.gov.co/web/sala-de-prensa/noticias/-/asset_publisher/LdWW0ECY1uxz/content/colombia-le-presenta-al-mundo-su-reporte-de-actualizacion-en-cambio-climatico-ante-la-convencion-de-naciones-unidas

Longo F. (2020). Gobernanza pública para la innovación. Revista del CLAD Reforma y Democracia, No. 76, Mar. 2020, pp. 39-56, ISSN 1315-2378.

Marsden G., L. Reardon (2017). Questions of governance: rethinking the study of transportation policy. Transportation Research, Part A 101.

Martínez H. (2018). El desafío del sector transporte en el contexto del cumplimiento de las contribuciones determinadas a nivel nacional de América Latina. CEPAL. Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) y financiado por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania. Chile.

Ministerio de Transporte (2020). Transporte en cifras estadísticas. Colombia.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP (2021). Estrategia Nacional de Electromovilidad para Ecuador - ENEME.

Ministerio de Política Territorial y Función Pública de España (2020). Guía de evaluación de resultados de políticas públicas. instituto para la evaluación de políticas públicas. Javier Rico. España.

ONU (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe. CEPAL. ISBN: 978-92-1-058643-6. Chile.

ONU (2021). https://news.un.org/es/story/2021/10/1498132

Orbea J. (2020). Principales hallazgos y lecciones aprendidas en los procesos de adquisición de buses eléctricos en América Latina. ONU.

Piattoni S. (2009). Multi-level governance in the UE: Does it work? Globalization and Politics: A conference in Honor of Suzanne Berger, pp. 1-46.

Romero J., Ramírez P. (2020). Análisis de ciclo de vida de buses eléctricos del sistema de transporte público de Santiago Red. Programa Clima y Aire Limpio en Ciudades de América Latina - CALAC+ (Fase 1). Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico – Swisscontact. Chile.

Secretaría de Planificación del Transporte SECTRA (2020). NUMP - Chile: Estrategia nacional de movilidad sostenible para Chile.

Sørensen, C., H. Gudmundsson (2010). The impact of governance modes on sustainable transport – the case of bus transport in Greater Manchester. UK, World Review of Intermodal Transportation Research, vol. 3, Nº 1/2.

Unidad de Planeación Minero Energética UPME (2020). Plan energético nacional 2020- 2050. Colombia.

USAENE (2019). Establecer Recomendaciones en Materia de Infraestructura de Recarga para la Movilidad Eléctrica en Colombia para los Diferentes Segmentos: Buses, motos, taxis, BRT. Ministerio de Minas y Energía. Colombia.

Valencia A., Agudo M. (2012). Gobernanza multinivel, democracia y cooperación internacional. Bailén: Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces.

Velandia E., Miranda M., Castañeda J., Thiriez E., Veloza G., Moreno M., Albarracín A., Guaque M. (2018). Buses eléctricos con catenaria. Una alternativa para el sistema TM. Codensa. Colombia.

Velandia E.A. (2022). La electromovilidad desde una mirada crítica en Colombia. Revista Ámbito Investigativo. Universidad de La Salle. Colombia.

Velarde (2016). Gobernanza del transporte sustentable en tres metropolis americanas: Portland, Puebla y Santiago de Chile. Universidad Autónoma Metropolitana. México.

Wasserrman S., Faust K. (1995). Social network analysis: methods and applications, Cambrigde University Press, Cambrige.

WRI (2017). Modelos de negocio para la adopción de flotas eléctricas: Experiencias internacionales.

WWF (2020). NAMA movilidad eléctrica para Colombia.

Zhang Q. (2018). Who governs and what is governed in port governance: A review study, Transport Policy, vol. 64.

LOS PROCESOS DE GOBERNABILIDAD Y GOBERNANZA EN LA SELECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE TRANSPORTE PÚBLICO EN ECUADOR: EL ESTUDIO DE CASO DEL TRANVÍA DE LA CIUDAD CUENCA EN EL PERIODO 2011-2023

Mario Córdova España
Instituto de Investigación de Movilidad Urbana Sustentable de la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. Iimus.cucea.udg.mx

Daniel Leónidas Cárdenas Jaramillo
Instituto de Investigación de la Movilidad Urbana Sustentable de la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. Iimus.cucea.udg.mx

RESUMEN

Los problemas de movilidad ocupan los primeros lugares entre las preocupaciones principales de todas las ciudades del mundo. En respuesta, los gobiernos implementan proyectos de transporte masivo que generalmente no cumplen con los objetivos para lo que fueron diseñados. Es común encontrar procesos de planificación de transporte sustentados en estudios de origen y destino y demanda erróneos, desintegrados del sistema de transporte público existente, con elección de tecnologías inadecuadas y procesos de implementación que no cumplieron con los tiempos y los costos de los proyectos. La influencia de los grupos de interés, y en ciertos casos, la corrupción de funcionarios públicos involucrados en los procesos de decisión, han elevado excesivamente los costos de los proyectos y su operación, dejando un endeudamiento público a largo plazo que termina por detener el desarrollo de la red de transporte público masivo. Existen muchos casos en Latinoamérica y en el mundo que han sido extensivamente documentados. En la mayoría de estos casos los procesos de gobernabilidad y gobernanza fueron inadecuados o manipulados, facilitando decisiones públicas que privilegiaron a grupos de interés asociados con la construcción y la proveeduría de tecnología, por lo que resulta relevante analizar cómo se han utilizado estos procesos en la selección e implementación de sistemas de transporte público masivo, evaluar las fortalezas y las deficiencias que éstos puedan tener, para implementar procesos de gobernabilidad y gobernanza transparentes, eficaces y eficientes, que garanticen el cumplimiento de los objetivos y metas de los proyectos de transporte público.

1. Introducción

La implementación de un sistema de transporte público masivo debe considerar todos los aspectos técnicos, tecnológicos y financieros, sin embargo, esto no garantiza la eficacia y eficiencia de los proyectos. Los resultados de la selección y su implementación dependen considerablemente de los procesos de gobernabilidad y gobernanza de los gobiernos nacionales y locales. La gobernabilidad corresponde con la capacidad de responder eficazmente a las necesidades de la población, y, la gobernanza, cuyo estudio ha sido trabajado en menor medida, implica la amplia participación de los actores sociales en conjunto con el gobierno para el diseño de políticas públicas, programas y proyectos que resuelvan los problemas o atiendan las necesidades sociales. Los procesos de gobernabilidad y gobernanza no son habitualmente considerados en la planificación y ejecución de los proyectos de transporte, priorizando el enfoque técnico y económico sobre el social, el cual suele ser influenciado por los grupos de interés. La ausencia o deficiencia de estos procesos pueden generar casos de fracaso de un proyecto como se ha documentado en el Municipio de Bucaramanga, Colombia, mediante un estudio realizado por (Fernández de Mantilla et al., 2010), denominado "Building democratic governability and changing government style", el estudio de la implementación del Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM-Metrolínea), concluyó que los bajos niveles de gobernabilidad y gobernanza se evidenciaron en la escasa participación, conocimiento y proposición en la formulación del proyecto por parte de los ciudadanos. La implementación del SITM - Metrolínea no era una prioridad para los habitantes; como resultado: la demanda del sistema no alcanzó lo planificado, pues se tienen 61.000 viajes persona día a diferencia de los 135.000 previstos. Se invirtieron cerca de 750 mil millones de pesos colombianos (193 millones de dólares) y hasta la fecha de elaboración del estudio se habían registrado 230 millones de pesos en pérdidas.

En Santiago de Chile, en la implementación del sistema Transantiago fue evidente la falta de participación de la ciudadanía en la generación de la política pública de transporte, con una deficiente gestión del gobierno en la implementación e información al usuario acerca de los cambios y el nuevo funcionamiento del sistema, lo cual generó una enorme confusión y adecuaciones con costos adicionales elevados. Incluso en casos considerados como exitosos, como el Transmilenio de Bogotá, la falta de políticas públicas integradoras generó un encarecimiento de los servicios para las clases populares (Figueroa, 2005), o el sistema Metrocables de Medellín donde la utilización del sistema de teleféricos para comunicar las comunas, contribuyó hacia una recuperación imaginaria y estetizante de estas zonas, pero no hacia la inclusión real y efectiva de sus poblaciones en la urbe (Dávila & Brand, 2012).

Finalmente, el caso de estudio de este trabajo, en la ciudad de Cuenca en Ecuador, se implementó un sistema tranvía que operó después de 7 años de su construcción, ha tenido impactos económicos negativos en los comercios en la zona de influencia directa, malestar social y aumentos en el costo final del proyecto, con una demanda muy por debajo de la proyectada, generando subsidios elevados.

Esta investigación en desarrollo pretende conocer los procesos de gobernabilidad y gobernanza que se dieron en la implementación del tranvía de Cuenca, la incidencia que estos procesos tuvieron en el fracaso de las medidas adoptadas, aportando indicadores de índole político, técnico, social, ambiental y económico, que podrían ser utilizados en otros proyectos de transporte público.

2. Objetivos de la investigación

2.1. Objetivo General

Conocer cuáles fueron los procesos de gobernabilidad y gobernanza se llevaron a cabo para decidir la implementación del tranvía de Cuenca en Ecuador y la incidencia de estos procesos en la eficacia y eficiencia del sistema implementado.

2.2. Objetivos Particulares

2.2.1. Aplicar variables operacionalizadas para evaluar la eficacia y eficiencia de los procesos de gobernabilidad y gobernanza a través de un modelo de evaluación.
2.2.2. Conocer cuáles fueron los grupos de interés en torno al proyecto y como influyeron en los procesos.
2.2.3. Conocer los resultados y los impactos a que dieron lugar dichos procesos.

3. Estado del arte teórico conceptual.

3.1. Gobernabilidad

La definición de gobernabilidad es planteada por Antonio Camou en Poom Medina, (2003), en *Los desafíos de la gobernabilidad,* desde un carácter multidimensional y relacional, la gobernabilidad debe ser entendida como "un estado de equilibrio dinámico entre el nivel de las demandas sociales y la capacidad del sistema político (estado/gobierno) para responderlas de manera legítima y eficaz". De esta manera se elimina la dicotomía de la gobernabilidad/ingobernabilidad y se establecen diferentes

niveles de gobernabilidad en torno a tres ámbitos principales: el nivel de cultura política, el nivel de las reglas e instituciones del juego político y los acuerdos en torno al papel del Estado y sus políticas estratégicas.

Por su parte Fernando Calderón en (Poom Medina, 2003), establece que la gobernabilidad se refiere a "la capacidad política de una sociedad y debe ser vista como una construcción de la política". En este sentido inserta el concepto de gobernabilidad democrática definiéndola como "la construcción de un orden institucional plural, conflictivo y abierto" que implique "una capacidad mínima de gestión eficaz y eficiente y de autoridad que debería tener el poder ejecutivo frente a los otros poderes y la sociedad misma".

Dentro de los aspectos metodológicos del estudio de la gobernabilidad Camou se refiere a 5 grados de gobernabilidad que permiten salir de la dicotomía gobernabilidad/ingobernabilidad. En los extremos sitúa a la gobernabilidad ideal, y a la ingobernabilidad, los otros tres tipos son: gobernabilidad normal, déficit de gobernabilidad y crisis de gobernabilidad, que permiten clasificar y comparar casos específicos de análisis (Mayorga & Córdova, 2007).

Joan Prats por su parte, tiene una perspectiva más elaborada del modelo de gobernabilidad, la define como "un atributo de las sociedades que se han estructurado sociopolíticamente de modo tal que todos los actores estratégicos se interrelacionan para tomar decisiones de autoridad y resolver sus conflictos conforme a un sistema de reglas y de procedimientos formales e informales" (Prats i Catalá, 2004).

3.2. Gobernanza

Los enfoques de la gobernanza son muy variados y se han considerado incluso dependiendo del estudio de caso en el que se encuentren, esta variación en ocasiones genera que el concepto de gobernabilidad y gobernanza se crucen entre sí. Algunos autores cambian el término gobernanza por gobernancia y la definen como "la posibilidad de acordar reglas del juego que permitan la consolidación ordenada de estos concesos y garanticen estabilidad", lo que implica "recoger demandas, acceso a la información, transparencia de los procesos, rendición de cuentas, evaluación y control ciudadano de las políticas públicas" (Celedon & Orellana, 2003 en Mayorga & Córdova, 2007a).

Otro texto sostiene que "lo importante no es lo que se decide, sino cómo se decide" invocando la necesidad de "sólidos principios de gobernanza democrática" que parecen referirse a la participación de los actores sociales en el desarrollo para encontrar soluciones y deben contar con el apoyo del gobierno en diferentes niveles"

(IDRC, 2003 en Zurbriggen, 2011). De acuerdo con Campero en (Mayorga & Córdova, 2007) como componente de una gobernabilidad democrática, la gobernanza es definida "como la capacidad técnica del Estado para responder a las demandas sociales y económicas con eficiencia y transparencia"

La definición de gobernancia urbana, en cambio, "implica una mayor diversidad en la organización de servicios, una mayor flexibilidad, una variedad de actores, incluso una transformación de las formas que la democracia local pudiera asumir, y toma en cuenta a los ciudadanos y consumidores, y la complejidad de nuevas formas de ciudadanía. (Stren, 2000 en Mayorga & Córdova, 2007).

Balbis, (2001) en (Mayorga & Córdova, 2007) a su vez distingue la dimensión normativa y la dimensión analítica de la gobernancia, la primera correspondiente al "deber ser" es decir a la "buena gobernancia" y, la segunda, a una "nueva manera de abordar la política alejada de las percepciones clásicas fuertemente centradas sobre el análisis político y jurídico del Estado", se reconoce que el Estado no es el único actor del desarrollo sino que a su lado se encuentra el mercado (empresa, instituciones, individuos, consumidores y productores) y se realza el papel de la sociedad civil (ONG's, cooperativas, sindicatos, fundaciones, clubes sociales, etc.)

La discusión sobre las políticas de transporte se ha centrado muy poco en casos reales o han sido abordados desde un punto de vista técnico-racional, dejando de lado los procesos de gobernabilidad y gobernanza. En un meta estudio en revistas académicas de políticas de transporte, se reconoce una brecha entre esta literatura y los tomadores de decisión, afirmando que "para entender y avanzar en el estado del arte de las políticas de transporte, es necesario incorporar preguntas sustantivas de gobernanza que pongan mayor atención al contexto, la política, el poder, los recursos y la legitimidad" (Marsden & Reardon, 2017).

Lo mismo ocurre en la literatura sobre gobernanza de transporte, donde las perspectivas utilizadas y los objetos de estudio son diversos. (Jaimurzina, 2018) en una extensa revisión bibliográfica, muestra cómo estas investigaciones suelen focalizarse en áreas específicas de las políticas de transporte (tales como puertos, autopistas, smart mobility, entre otros), observando una toma decisiones cada vez más compleja a causa de hechos recientes e interrelacionados, como la fragmentación del poder, el cambio climático, las dificultades intersectoriales o los avances tecnológicos.

Las investigaciones que se ocupan del transporte en áreas metropolitanas suelen enfocarse en las políticas necesarias para la planificación y gestión de la movilidad, pero no examinan la institucionalidad política y territorial que las sostienen (Larraín-Videla et al., 2022). Adicional a esto, se tienen los trabajos de (Veeneman & van de

Velde, 2014) y (Veeneman & Mulley, 2018), cuyo foco está en la gobernanza del transporte público desde una perspectiva multinivel y del federalismo fiscal. En ambos enfoques se analiza la relación entre la institucionalidad y la provisión de transporte público a través de la estructura presupuestaria de los diferentes niveles de gobierno. Finalmente, se tiene el extenso trabajo de (Busetti, 2015), donde analiza directamente la gobernanza metropolitana de transporte.

4. Metodología de la investigación

Esta investigación es de carácter retrospectiva, transversal, descriptiva y observacional. Se revisan los documentos oficiales del proyecto Tranvía de la ciudad de Cuenca, en donde se analizan las variables de los procesos de gobernabilidad y gobernanza. La documentación corresponde a estudios previos de movilidad, estudios de pre factibilidad, factibilidad, proyecto definitivo, contratos, terminaciones de contratos, exámenes de contraloría general del estado, resultados de veeduría y dictámenes de tribunales internacionales en la solución de controversias que tuvo el proyecto, actas de entrega recepción provisionales y definitivas. Es importante señalar que esta es una investigación en proceso, por lo que sólo se presentan en esta ponencia resultados preliminares.

4.1. Variables de los procesos de gobernanza y gobernabilidad.

Con base a la investigación del estado del arte teórico conceptual de la gobernanza y la gobernabilidad, se han identificado las variables y sub-variables, divididas en estas dos categorías, y de manera transversal se ha definido la incidencia de los grupos de interés (stakeholders) que participan en los dos procesos. De conformidad con esto se han podido establecer cuatro variables para la gobernabilidad: planificación, ejecución, operación y financiamiento, cuyas sub-variables evalúan principalmente la operación (ver tabla 1). Las subvariables de la planificación, se basan en la génesis de los proyectos públicos en el Ecuador, esto es la *política pública* que se genera para solucionar los problemas existentes, ésta debe ser clara y definida, puesto que de ella se derivan los planes, programas y proyectos, los mismos que deben tener coherencia con los objetivos y metas planteadas. Los proyectos, por lo tanto, son la parte operativa, los mismos que, por procesos técnicos y legales deben cumplir con las etapas de *pre factibilidad, factibilidad, diseño del proyecto y cumplimiento de normativas*. La *coherencia* entre el proyecto de transporte y la política pública, así como las etapas antes descritas son las subvariables de la planificación. La fase de *ejecución* corresponde a la construcción de la obra civil, ésta segunda variable depende de la forma en la que se dan *las licitaciones,* acorde a los procesos de ley, *las cláusulas contractuales* y las condiciones más favorables para las partes*, el tipo de contratista de la obra* y *los procesos constructivos que utiliza,* analiza la experiencia y experticia

del constructor con respecto a la obra *y la fiscalización* del proyecto, que se encarga de la verificación de la calidad, avance físico y financiero. Para la variable *operación* se ha identificado las subvariables de *licitaciones y concesiones* intervinientes en el proceso de selección del *operador.* Definido el operador, se analiza la capacidad y experiencia de este, con el inicio de la operación comercial del proyecto se evalúa los primeros *resultados* y su evolución, la *calidad del servicio* y las modificaciones que realiza el sistema en el *entorno*. Finalmente, para la variable financiamiento se han identificado las subvariables de *inversión, fuentes de financiamiento, Ingresos/egresos, subvenciones y subsidios y deuda pública.* El resumen de las variables de la gobernabilidad se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Definición de variables de gobernabilidad

GOBERNABILIDAD							
VARIABLE	**SUBVARIABLE**	**VARIABLE**	**SUBVARIABLE**	**VARIABLE**	**SUBVARIABLE**	**VARIABLE**	**SUBVARIABLE**
PLANIFICACIÓN	COHERENCIA Políticas públicas / PROGRAMA / PROYECTO	**EJECUCIÓN**	Licitaciones	**OPERACIÓN**	Licitaciones y Concesiones	**FINANCIAMIENTO**	Inversión
	Pre factibilidad		Contratos		Operadores		Fuentes de financiamiento
	Factibilidad		Contratistas		Resultados operativos		Ingresos/Egresos
	Diseño del proyecto		Construcción		Calidad del servicio		Subvenciones y Subsidios
	Normatividad		Fiscalización		Modificaciones del entorno urbano		Deuda pública

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Para la gobernanza se identificaron las variables: *consulta, participación, responsabilidad y transparencia*, cuyas subvariables evalúan principalmente la aportación de la ciudadanía (ver tabla 2). La variable consulta se refiere a los procesos de decisión conjunta entre el gobierno y la población, conociendo y atendiendo sus necesidades y proponiendo un *portafolio de proyectos*. Una vez definido el proyecto priorizado, se debe generar un amplio proceso de información y consulta para la retroalimentación que tiene que ver con el *control de impactos,* durante la ejecución y operación de la obra, los mismos que pueden ser económicos, sociales y ambientales. Junto con este proceso se analizan las diferentes opciones de *tecnología* y la forma de *operación del sistema* de transporte. El análisis de escenarios, formas de operación y *tarifas* deben entrar en el proceso de consulta. A un mismo nivel de consulta, se debe

generar un mismo nivel de participación, y para esto, los gobiernos deben implementar mecanismos de participación tales como *asambleas ciudadanas,* análisis de *beneficiados / afectados,* validar y facilitar el trabajo de veedurías, generalmente ciudadanas e indicar constantemente *resultados* transparentes de los procesos de participación. La responsabilidad implica definir claramente los roles que cada persona tiene dentro del proyecto, sus funciones y su capacidad para cumplir las diferentes tareas. Finalmente, la transparencia como eje primordial en toda la etapa de vida el proyecto, es la capacidad del gobierno para anunciar de forma clara y veraz los resultados y gestiones realizadas en los proyectos de transporte. El resumen de la variable de gobernanza se encuentra descrito en la tabla 2.

Tabla 2. Definición de variables de Gobernanza

GOBERNABILIDAD							
VARIABLE	**SUBVARIABLE**	**VARIABLE**	**SUBVARIABLE**	**VARIABLE**	**SUBVARIABLE**	**VARIABLE**	**SUBVARIABLE**
CONSULTA	Portafolio de Proyectos	**PARTICIPACIÓN**	Asambleas Ciudadanas	**RESPONSABILIDAD**	Responsable Planificación	**TRANSPARENCIA**	Planificación
	Control de Impactos		Beneficiados / Afectados		Responsable Contratación		Proceso Licitación / Construcción
	Construcción / Tecnología / Operación		Veedurías		Responsable Ejecución/Fiscalización		Operación
	Tarifas		Resultados		Responsables de operación		Financiamiento

Fuente: Elaboración propia, 2023.

5. Desarrollo preliminar de la investigación.

5.1. Características urbanísticas de la ciudad y el proyecto.

5.1.1. La ciudad de Cuenca en Ecuador

La ciudad de Cuenca es la tercera ciudad más importante del Ecuador y es considerada por la UNESCO como patrimonio cultural de la humanidad desde el año 2009, tiene actualmente 596.101 habitantes y una extensión de 3.190,54 Km2, con una densidad bruta de 57,28 hab./Ha, lo cual evidencia una tendencia hacia la construcción en baja altura, la mayor concentración de población se encuentra en la zona urbana que es la cabecera del cantón, alrededor de la cual existen 21 parroquias rurales[16] con densidades menores en la zona urbana. Los mayores niveles de densidad poblacional se encuentran en el Centro Histórico, con áreas que pueden albergar hasta 200 hab.

[16] Los cantones en Ecuador son divisiones administrativas territoriales de segundo nivel, después de las provincias, los cuales a su vez están subdivididos en entidades territoriales menores denominadas parroquias tanto urbanas como rurales.

/Ha. Dentro del contexto nacional ecuatoriano existen 4 jerarquías de clasificación para las ciudades: articulador metrópolis, articulador nacional, articulador regional y conector local (PDOT Cuenca, 2022). Cuenca es considerada un articulador nacional caracterizado por un alto desarrollo de actividades comerciales e industriales. La ciudad de Cuenca tiene la siguiente distribución modal de los viajes diarios cotidianos de las personas: 31% los hacen a pie, 1% en bicicleta, 5% en motocicleta, 32% en vehículos motorizados privados y el 31% los hacen transporte público. Los principales motivos de viaje son trabajo y estudios con un 51%, mientras que los viajes generados por compras y gestiones personales corresponde a un 18% y 17% respectivamente.
El sector que más viajes atrae es el Centro Histórico de la ciudad. Existen 28 líneas o rutas de transporte público urbano, repartidas por toda la ciudad, y una línea de tranvía. El servicio de transporte público urbano es concesionado a privados quienes están a cargo de la operación y el sistema de recaudo, mientras que la operación del tranvía corresponde al municipio local. Adicionalmente, la ciudad de Cuenca cuenta con un sistema de bicicleta pública que tiene 20 estaciones y alrededor de 240 bicicletas.

5.1.2. El proyecto Tranvía de Cuenca

El Tranvía "Cuatro Ríos" de Cuenca se planificó con el fin de convertirse en el eje central del sistema de transporte público de la ciudad, su inversión inicial programada era de aproximadamente 232 millones de dólares, el proyecto fue adjudicado al consorcio "Cita Cuenca" encabezado por la multinacional Alstom. Su longitud es de 10.2 km, de los cuales 4 km discurren por el Centro Histórico de la ciudad, con una velocidad promedio de 22 km/h. tomando treinta y cinco minutos aproximadamente en recorrer sus veinte y siete estaciones. Cada unidad puede transportar hasta 300 pasajeros.
En su primer año de funcionamiento se estimaba que generaría 120.000 viajes persona al día (vpd) mediante 14 unidades y un intervalo de paso de 6 minutos, sin embargo, actualmente genera 20,000 vpd y su frecuencia de paso es de 10 minutos. Su operación es continua desde las 06:00 hasta las 22:00 todos los días incluidos fines de semana y feriados. El recorrido del tranvía empieza en el sur de la ciudad sector Control Sur, y termina en el norte, sector del Parque industrial, de acuerdo con el trazado presentado en la figura 1. La alimentación eléctrica del sistema corresponde a catenarias y en el centro histórico de la ciudad a través un sistema de alimentación por suelo (APS), usando mantas antivibratorias para reducir daños a estructuras patrimoniales. La primera parte del recorrido se encuentra en la Av. de las Américas, con una longitud de 3.5 km, en este tramo se localizan 8 paradas incluido la zona de talleres.

Figura 1. Esquema de ruta del proyecto Tranvía

Fuente: https://especiales.elcomercio.com/2014/11/tranvia/

El segundo tramo corresponde al Centro Histórico de Cuenca con dos vías por sentido separadas en calles diferentes de longitud de 3.8 km cada una con 8 y 7 paradas respectivamente. La parte final del trazado corresponde a la Av. España, zona más industrial de la ciudad y punto de localización del aeropuerto, este tramo presenta una longitud de unos 2.9 km y 4 paradas. Las velocidades de operación son de 20 km/h en zonas compartidas con el peatón y plataforma única y 60 km/h en los tramos 1 y 3 en donde la línea es segregada. El modelo del tranvía implementado es el CITADIS 302 de ALSTOM,[17] se planificaron 14 unidades con intervalos de paso cada 6 minutos. Cada unidad tiene 33 metros de largo y puede transportar hasta 280 personas.

Figura 2. Configuración del sistema de acuerdo a los tramos de recorrido

Primer Tramo de recorrido	Tramo Centro Histórico	Segundo Tramos de recorrido

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Actualmente el sistema no cuenta con integración física, de recaudo ni tarifaria con el sistema de transporte público de las rutas de autobuses, la línea tranviaria compite directamente con la línea troncal de autobuses 100, cuyo recorrido coincide aproximadamente un 80%, lo que genera un déficit de vpd en los dos modos de transporte. La mayor parte de usuarios del tranvía son de aquellas personas cuyos orígenes y destinos se encuentran dentro del área de influencia de la ruta. El método de pago del transporte público en Cuenca es a través de diferentes tarjetas de contacto

[17] El modelo del tranvía de Cuenca es el CITADIS 302 que corresponde a un tipo de vehículo bidireccional, con piso bajo integral, tiene 6 puertas por costado (4 dobles y 2 simples) y su alimentación es por pantógrafo y APS.

tanto en el sistema de autobuses como en el tranvía, lo cual dificulta el uso de un único medio de pago, incluido el sistema de bicicletas públicas que tiene una forma de pago distinta. Desde el año 2018 se ha analizado la posibilidad de integrar en un único medio de pago los 3 sistemas sin tener resultados hasta la fecha.

6. Avance del trabajo de investigación

La investigación propuesta tiene como objetivo la validación de un modelo metodológico destinado a evaluar un proyecto de transporte en relación con los procesos de gobernabilidad y gobernanza, el mismo que se encuentra en depuración. El primer paso fue la definición de variables y subvariables que participan en ambos procesos, detalladas en el punto 4. Es crucial destacar que estas variables no son analizadas desde una perspectiva puramente técnica, sino desde los conceptos de gobernabilidad y gobernanza.

El segundo paso de la investigación ha consistido en el análisis del desempeño de las variables identificadas. Finalmente, como tercer paso, se procederá a desarrollar un modelo que permitirá la concatenación de cada una de las variables, establecer pesos específicos y llevar a cabo una evaluación integral del proyecto de transporte. Los resultados relativos a la gobernabilidad se encuentran detallados en la tabla 3. La planificación exhibe un rendimiento inferior en comparación con las otras tres variables. La variable de financiamiento muestra el mejor rendimiento, ya que se considera que las condiciones asociadas fueron beneficiosas, sin embargo, el condicionamiento con la tecnología a utilizarse disminuye su valoración.

Tabla 3. Evaluación de las variables de la gobernabilidad.

PROMEDIO	0.75					1.167						2					1.4			
VALOR	0	1	1	1	2	1	1	1	1	1	3	2	1	2	2	2	1	1	1	2
SUBVARIABLE	COHERENCIA Políticas públicas / PROGRAMA /	Prefactibilidad	Factibilidad	Proyecto	Normatividad	Licitaciones	Contratos	Contratistas	Construcción	Fiscalización	Licitaciones y Concesiones	Operadores	Resultados operativos	Calidad del servicio	Modificaciones del entorno	Inversión	Fuentes de financiamiento	Ingresos / Egresos	Subvenciones y Subsidios	Deuda pública
VARIABLE	**PLANIFICACIÓN**					**EJECUCIÓN**						**OPERACIÓN**					**FINANCIAMIENTO**			
	GOBERNABILIDAD																			

Fuente: Elaboración propia

7. Referencias Bibliográficas

Balbis, J. (2001). *ONGs, gobernancia y desarrollo en América Latina y el Caribe*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000124054_spa

Busetti, S. (2015). Governing Metropolitan Transport. *SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10659-5

Celedon, C., & Orellana, R. (2003). *Gobernancia y participación ciudadana en la reforma de salud en Chile*. https://catalogo.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=6545

Dávila, J. D., & Brand, P. C. (2012). La gobernanza del transporte público urbano: Indagaciones alrededor de los Metrocables de Medellín. *Bitácora Urbano-Territorial, ISSN-e 0124-7913, Vol. 21, Nº. 2, 2012 (Ejemplar dedicado a: Nuevos transportes y movilidad urbana)*, *21*(2), 17. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5001913&info=resumen&idioma=SPA

Fernández de Mantilla, L., Parra Ramírez, E., & Briceño, A. J. (2010). Gobernabilidad Democrática en Construcción y Estilo de Gobierno en Transición. *Reflexión política, ISSN-e 0124-0781, Año 12, Nº. 24, 2010, págs. 78-85*, *12*(24), 78–85. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4451773&info=resumen&idioma=ENG

Figueroa, O. (2005). Transporte urbano y globalización: Políticas y efectos en América Latina. *EURE (Santiago)*, *31*(94), 41–53. https://doi.org/10.4067/S0250-71612005009400003

Jaimurzina, A. (2018). *Gobernanza del transporte: perspectivas teóricas y de políticas*. https://repositorio.cepal.org/handle/11362/44310

Larraín-Videla, C., Muñoz, J.-C., Briones, J., Larraín-Videla, C., Muñoz, J.-C., & Briones, J. (2022). Gobernanza de transporte en áreas metropolitanas: revisión crítica y análisis para Santiago de Chile. *EURE (Santiago)*, *48*(145), 1–24. https://doi.org/10.7764/EURE.48.145.14

Marsden, G., & Reardon, L. (2017). Questions of governance: Rethinking the study of transportation policy. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, *101*, 238–251. https://doi.org/10.1016/J.TRA.2017.05.008

Mayorga, F., & Córdova, E. (2007). *GOBERNABILIDAD Y GOBERNANZA EN AMERICA LATINA*.

Poom Medina, J. (2003). Camou, Antonio. Los desafíos de la Gobernabilidad. Estudio preliminar y compilación. México: Editorial Plaza y Valdés, 2001, 338 p. *Sociedades rurales, producción y medio ambiente*, *4*(1), 105–106.

Prats i Catalá, J. (2004). Gobernabilidad democrática para el Desarrollo Humano: Marco conceptual y analítico. *Revista paraguaya de sociología*, *41*(119–121), 63–104.

Veeneman, W., & Mulley, C. (2018). Multi-level governance in public transport: Governmental layering and its influence on public transport service solutions. *Research in Transportation Economics*, *69*, 430–437. https://doi.org/10.1016/J.RETREC.2018.07.005

Veeneman, W., & van de Velde, D. (2014). Developments in public transport governance in the Netherlands: A brief history and recent developments. *Research in Transportation Economics*, *48*, 41–47. https://doi.org/10.1016/J.RETREC.2014.09.030

Zurbriggen, C. (2011, diciembre). Gobernanza: una mirada desde América Latina. *Perfiles Latinoamericanos*. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-76532011000200002

PLAN DE MOVILIDAD URBANO SOSTENIBLE DE LA HABANA

Guadalupe Rodríguez Rodríguez
Dirección General de Transporte Provincial, La Habana, Cuba. lupe@getrans.cu

RESUMEN

El Plan de Movilidad Urbana Sostenible tiene los principios de sostenibilidad, seguridad y equidad social como referencia para la búsqueda de un nuevo modelo de ciudad que se ajuste a las condiciones que presenta la provincia de La Habana, sus líneas estratégicas y las medidas propuestas están orientadas a potenciar el transporte colectivo y los desplazamientos a pie y en bicicleta, así como llegar a un uso más racional del automóvil. Este plan se implementará a la escala de la provincia en tres plazos operacionales: corto plazo (2023-2026), mediano plazo (2027-2031) y largo plazo (2032-2041), incluye proyectos a implementar a muy corto plazo con un monto de inversión reducido y logros rápidos (*quick-wins*) que pueden realizarse a través de acciones de urbanismo táctico, medidas organizacionales, entre otros. Su desarrollo se hizo mediante una etapa de reflexión estratégica, como su nombre indica, es una reflexión que nace del diagnóstico y marca el plan de acción a futuro.

1. Introduccion

El PMUS de La Habana contó con un financiamiento por parte de la Unión Europea a través del programa EUROCLIMA+ destinado a 18 países latinoamericanos, cuyo objetivo fue apoyarlos en la implementación de su Contribución Nacional Determinada (NDC por sus siglas en inglés), presentada por los gobiernos en el marco de la conferencia de París sobre el cambio climático (COP 21) en el 2015, más ampliamente, para la elaboración y preparación de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.

La Habana se benefició con un financiamiento de 500 000 euros del Programa EUROCLIMA+ y adicionalmente de le asign{o de 100 000 € para implementar un Proyecto Piloto en la calle Galiano y parque El Curita, alineado con el PMUS en sus principios.

La realización del PMUS de La Habana y del Proyecto Piloto, supervisados por la AFD con el apoyo de Despacio.org, empezó en enero 2021 y fue confiada a la firma de consultoría francesa Ingerop de conjunto con la consultora española Urbatrans Caribe. El PMUS se hizo en conjunto con todos los actores del sector del transporte en La Habana, con el objetivo de estubieramos involucrados desde el principio en el proceso de desarrollo y después para su implementación.

El Plan de Movilidad Urbana Sostenible se fundamento en los principios de sostenibilidad, seguridad y equidad social, con el fin de generar un nuevo modelo de ciudad que se ajuste a las condiciones que presenta la provincia de La Habana. Por ello, las líneas estratégicas que se proponen están alineadas con la política aprobada para el desarrollo del transporte en La Habana y los documentos rectores de planificación a nivel provincial: potenciar el transporte colectivo y los desplazamientos a pie y en bicicleta, así como llegar a un uso más racional del automóvil.

2. Ámbito de aplicación y metodología

Se estructura en *seis etapas*: la detección de problemas públicos mediante un diagnóstico , la determinación de la visión y de los objetivos estratégicos en base a dichos problemas, la elaboración de escenarios alternativos a la situación actual y coherentes con la visión estratégica, la elección de un escenario final que permite alcanzar los objetivos definidos previamente, el desarrollo de medidas integradas en un plan de acción y financiamiento y una última etapa de validación del PMUS para seguir con su implementación y monitoreo.

Ilustración 4. Etapas de desarrollo del PMUS.

2.1. Resultados claves

En la etapa del diagnóstico se llevó a cabo un proceso de recopilación de datos, análisis de factores internos y externos que afectan a la movilidad de La Habana.
La ilustración siguiente resume los principales problemas públicos:

Ilustración 5. Problemas públicos detectados en La Habana.

Dentro de los problemas públicos identificados en la ciudad, se encuentra la falta de financiación y de recursos propios como consecuencia del bloqueo, agravado por el impacto que la pandemia ha tenido en la economía local. Se observa una baja utilización de la bicicleta, debido a la falta de infraestructuras dedicadas y falta de

medios y piezas de repuesto y a una mala percepción de los potenciales ciclistas debido al recuerdo del denominado Periodo Especial, durante el que fue un elemento fundamental del transporte. Por otra parte, el transporte público carece de eficiencia, debido fundamentalmente a la escasez de material rodante y a los problemas de mantenimiento por falta de piezas de repuesto, entre otros. El estado de las calles y la falta de itinerarios peatonales completos, seguros y accesibles provoca la inseguridad vial y que los recorridos no sean accesibles para los desplazamientos a pie. Además, el modelo urbanístico extenso presenta grandes zonas de baja densidad de población (Boyeros, Cotorro, Habana del Este) además de una importante concentración de servicios en determinados municipios (Centro Habana, Cerro, Habana Vieja) que ofrecen largas distancias de desplazamiento y hacen más ineficiente el transporte público al tener la demanda muy dispersa en el territorio.

Con este Plan se pretende alcanzar un equilibrio en los medios de transporte que concurren en La Habana para darle cabida a aquellos más provechosos para la sociedad, la economía y el medio ambiente como la bicicleta, los modos peatonales y el transporte colectivo.

La visión del PMUS de La Habana es alcanzar un modelo de movilidad y transporte sostenible, eficiente y de calidad, capaz de dar respuesta a las necesidades sociales, favoreciendo la accesibilidad universal al transporte, contribuyendo a la mejora del medio ambiente y la salud, al desarrollo sostenible de la ciudad y a la cohesión territorial, teniendo a la ciudadanía como pilar básico del PMUS.

Ilustración 6. Visión del PMUS para La Habana.

A partir de esta visión y de los problemas públicos identificados en el diagnóstico, se desarrollaron una serie de objetivos estratégicos que se detallan a continuación:

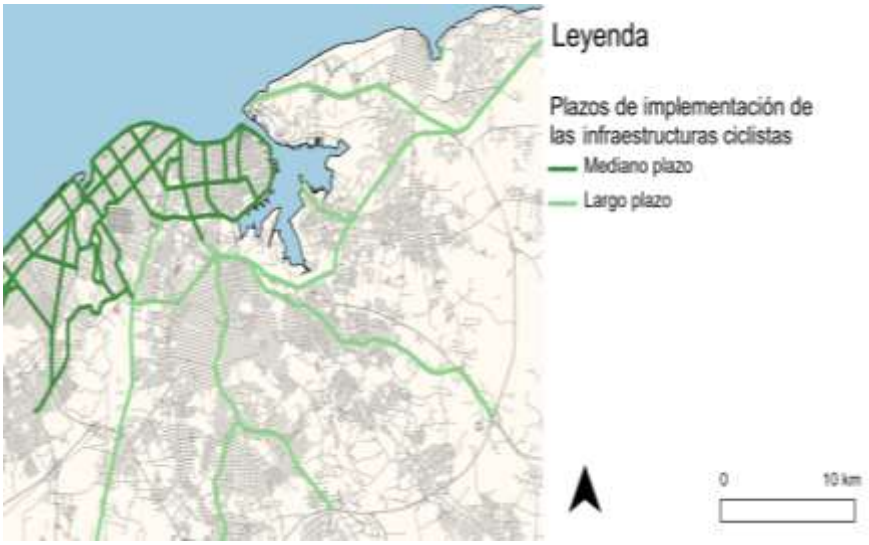
- Fomentar el autoabastecimiento
- Promover la accesibilidad peatonal

- Mejorar la seguridad vial
- Generar una cultura de la bicicleta y la micro movilidad
- Desarrollar un transporte público de calidad e intermodal
- Rehabilitar los espacios públicos
- Alcanzar la equidad social

El escenario final seleccionado por el análisis multicriterio y también validado por el Comité Técnico fue el escenario alternativo dado que es el que mejor responde a los desafíos de la situación de la movilidad en la cual se encuentra la cuidad actualmente, pero también a una propuesta de movilidad sostenible donde los modos activos y el transporte público son priorizados.

Posicionando la caminabilidad como un modo de movilidad real y efectivo, cuya infraestructura tiene que responder a determinados requisitos que se tienen que especificar en una normativa urbanística. Se trata también, de generar una red principal peatonal de alta calidad, considerando criterios de inclusividad y de seguridad. Esto se logra con la propuesta de ampliación y adecuación de aceras existentes (medidas previstas dentro de esta categoría), y también por la recalificación y reorganización del espacio vial (medidas globales incluidas en la categoría de gestión de la movilidad);
Incrementando en el reparto modal el aporte de la movilidad en bicicleta en la Provincia, desarrollando vías amigables y seguras para la circulación en bicicleta (vías de baja velocidad e infraestructura exclusiva), facilitando el acceso a ese vehículo, en particular a través del sistema HA'BICI que hoy opera en un sector piloto y facilitando su compra, venta y mantenimiento. Las zonas prioritarias para la implementación de las infraestructuras ciclistas con infraestructura firme de calidad a mediano plazo se ubicarán en el centro atractivo de la cuidad

Ilustración 7. Propuesta de red de carriles bici a implementar.



Fomentando el desarrollo de un sistema de transporte público de calidad e inclusivo, que se podría basar en la suma de diferentes modos de transporte complementarios y así, mejorar la calidad de los desplazamientos de media y larga distancia y reducir la contaminación producida por el sector del transporte.

- A corto plazo se estudiará la implementación de las tres lineas de transporte con carriles reservados. A mediano plazo, se implantarán con infraestructura básica y de bajo costo las tres líneas propuestas, para tener lo antes posible una red de transporte público con prioridad.
-

Ilustración 8. Rutas de transporte público con prioridad en estudio a corto plazo y a implementar a mediano plazo.

- Luego, a más largo plazo, se mejorará dicha infraestructura, con estaciones cómodas y de calidad, carril segregado y pavimentado reformado, entre otras mejoras. A mediano y largo plazo se contempla también la realización de estudios de viabilidad para el rescate de mínimo una línea de ferrocarril: la línea de Boyeros, que podrá funcionar como línea urbana de transporte masivo de pasajeros. Además, a mediano y largo plazo se estudiará la implementación de una línea de transporte masivo semi circular que conectará las tres líneas principales entre sí.

- Mejorando de manera significativa la seguridad vial, a través de la adopción del enfoque "visión cero" (enfoque estratégico para alcanzar el objetivo de cero siniestros viales) y de la implementación de medidas concretas para reducir la velocidad, realizar intervenciones para mejorar la seguridad en los cruces que favorezcan los flujos

peatonales y ciclistas y organización de talleres de seguridad vial. Por otra parte, se trata de cambiar de paradigma con respecto al uso del espacio vial, enfocándose en La Habana deseada en el futuro: ciudad para personas que se desplazan caminando, en bicicleta y en transporte público, y otorgando menos espacio a modos de transporte motorizados individuales. Igualmente, se tratará de conseguir el mantenimiento de la red vial y de la señalización tanto vertical como horizontal;

- Descarbonizando el sector del transporte, con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, limitar la dependencia a los combustibles fósiles, entre otros objetivos. Esto se llevará a cabo mediante un plan de renovación del material rodante para la transportación de pasajeros, el cual incluye una transición gradual hacia vehículos híbridos y luego eléctricos.;

- Mejorando la eficiencia y gestión del transporte de carga, a través de una mejor planificación y aplicación de la legislación existente, una promoción de la intermodalidad, la creación de centros de consolidación y distribución para agilizar la cadena de suministro, entre otras soluciones.

3. Paquetes integrados de medidas

Con el fin de facilitar su distinción y la definición de las modalidades de ejecución, se identificaron los paquetes integrados de medidas siguientes:

Gestión de la movilidad y seguridad vial

Medidas transversales, relacionadas con la gestión del tráfico, el mejoramiento de la seguridad vial y del uso del espacio público y vial.

Electromovilidad y descarbonización del transporte

Medidas transversales, relacionadas con el desarrollo de la electromovilidad y la descarbonización del sector del transporte en la ciudad.

Perímetro: **Provincia de La Habana**	Categoría: **Comunicación**

Contexto

En La Habana, como se mencionó en el diagnóstico, se detecta una baja consideración social de la bicicleta, que se asocia a la escasez del "periodo especial". Hoy, el Gobierno a través de la DGTPH promueve el uso de la bicicleta como elemento fundamental en el cambio modal. Además, en la actualidad, varios colectivos (como Vélo Cuba, Rutabikes, Citykleta, Bici 8, etc.) están desarrollando eventos de promoción de la bicicleta que deberán servir de base a esta campaña.

Acciones de promoción del uso de la bicicleta en escuelas de La Habana Vieja por la Sociedad Civil Patrimonio, Comunidad y Medio Ambiente y Vélo Cuba (fuente: IPS Cuba)

Taller de reparación organizado por Vélo Cuba (Fuente: veloencuba.com)

Descripción y alcance

Para acompañar las demás acciones de movilidad en bicicleta es fundamental promover el uso de la bicicleta como medio de transporte alternativo a través de una campaña de concientización y sensibilización ciudadana que incluirá los elementos siguientes: **MB2.1. Planificar e impartir capacitaciones para enseñar a montar en bicicleta** Esta medida consiste en la creación de programas para enseñar a montar en bicicleta, en particular: (i) en los colegios para que los niños se familiaricen, conozcan y valoren este modo de transporte, (ii) en los centros de trabajo para promover el uso de la bicicleta en los trayectos trabajo-casa (iii) a traves de programas a destinación exclusiva de público especificos : mujeres, ancianos y personas con discapacidades y (iv) creación de parques temáticos en diferentes zonas de la ciudad para facilitar el aprendizaje del uso seguro de la bicicleta **MB2.2. Organizar talleres para sensibilizar al compartir el espacio público con las bicicletas** Esta medida, complementaria con la anterior propone llevar a cabo talleres para sensibilizar a todas las personas que usan el espacio público a compartir dicho espacio con ciclistas. Es decir, enseñarles el derecho de vía de las personas que se desplazan en bicicleta, a respetar y considerar aquellas personas usuarias de la bicicleta, entre otros temas.		
Objetivo	Facilidad de implementación, límites y riesgos	
Fomentar un cambio de la visión de la bicicleta en la mentalidad cubana	Existe el riesgo de no tener en cuenta a la comunidad ciclista de la Habana o al público más vulnerable (ancianos, personas con discapacidades, etc..)	
Requerimiento en recolección de datos	Entregables previstos	
Encuestas para identificar las limitaciones de lla ciudadanía en el uso de la bicicleta.	1. Guías para implementar los diferentes programas 2. Capacitaciones y talleres 3. Materiales de comunicación (publicidad, foto reportaje, video, etc.)	
Perfil del personal clave	Indicador de seguimiento	
Expertos en comunicación y participación ciudadana, sociólogos, diseñadores	Número de personas que participan en los eventos con él % desagregado de mujeres, niñas, niños y adolescentes, ancianos y personas con discapacidades entre otros.	
Impactos	Actores involucrados	Costo y financiamiento

Ambientales Promoción de un modo de transporte libre de emisiones. Sociales Implicación de toda la ciudadanía, con un enfoque particular en la inclusión de las mujeres.	Responsable MITRANS DGTPH Otros actores Prensa	Costo 2 500 000 CUP Financiamiento Fondos gubernamentales (Gobierno provincial en vías de interés provincial y del fondo de desarrollo de los gobiernos municipales).
Plazo y fecha de realización		

	Corto					Mediano					Largo									
	23 S1	23 S2	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
MB2.1																				
MB2.2																				

El PMUSLH fue aprobado por la Instancia Superior integrada por los actores siguientes:

- El Consejo de Gobernación de La Habana;
- El Instituto Nacional de Ordenamiento Territorial (INOTU);
- La Comisión Provincial de Seguridad Vial;

El Ministerio de Transporte (MITRANS).

3. Conclusiones y recomendaciones

La implementación del PMUS va a necesitar un nivel de inversión importante y superior al de los últimos 20 años, con una mayor contribución nacional en moneda extranjera y en moneda nacional destinada a las inversiones del Plan.

Se plantea la siguiente repartición de los fondos:

- 50% de los gastos en euros financiados por fondos internacionales a través de préstamos o subvenciones, es decir un promedio de 20 millones M€/año;
- 50% de los gastos en euros financiados por el gobierno con un cambio estructural en la financiación del sector del transporte, es decir un promedio de 20 millones M€/año;
- 100% de los gastos en moneda nacional financiados por el gobierno con un cambio estructural en la financiación del sector del transporte, es decir un promedio de 529 MCUP/año.

Este esfuerzo se podrá conseguir primero mediante un cambio estructural de la financiación en el sector transporte, segundo con una definición de la contribución

nacional a todas las acciones dentro del Plan, donde se encuentre incluido lo dedicado a la infraestructura de este sector y de seguridad vial de forma diferenciada del resto de las inversiones y en tercer lugar dando prioridad en la asignación de los recursos materiales.

El PMUS prioriza las medidas a implementar en caso de que no se consigan los fondos necesarios para la implementación de todas las acciones previstas.

Se hace necesario continuar trabajando de la mano con la cooperación internacional, de manera que pueda aportar fondos para financiar los proyectos del PMUS, experticia y asistencia técnica.

Este Plan propone como factor clave, la creación de una Instancia de Monitoreo del PMUS en la Dirección General de Transporte de la Habana que realice un análisis y seguimiento de las variables más relevantes en relación con el desempeño, progreso y efectos de la implementación del PMUS con el fin de monitorear el desarrollo del plan y las capacidades del equipo (MRV).

PUNTOS PARA LA VIDA: INCENTIVOS PARA EL USO DEL TRANSPORTE ACTIVO Y MASIVO.

Santiago Román Alcalde
Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Manizales, Caldas, Colombia: sromana@unal.edu.co.

Marlon Aldahir Acosta Pérez
Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Manizales, Caldas, Colombia: macostape@unal.edu.co.

Carlos Alberto Moncada Aristizábal
Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: camoncadaa@unal.edu.co.

RESUMEN

El objetivo principal es capturar y comprender los modos de transporte empleados por los usuarios de la ciudad de Manizales, teniendo en cuenta los grupos etarios y los estratos socioeconómicos, en cada una de las Zonas de Análisis de Transporte (ZAT), lo que proporcionará una visión inicial de la percepción comunitaria en torno a la movilidad sostenible y los posibles incentivos correspondientes. Este estudio sigue un enfoque que inicia con una recolección de información de las bases de datos ya existentes como la encuesta origen destino y el censo realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), culminando con la localización de los sectores que se busca analizar en la siguiente fase del proyecto que tiene como objetivo el buscar las posibles empresas que podrían participar del proyecto. Paralelamente, se realizará un análisis detallado de los factores pertinentes. En pocas palabras, lo que se busca con esta investigación es descubrir las ZATs que generen y atraigan el mayor porcentaje de viajes en vehículo privados con el fin de orientar las zonas a intervenir en el proyecto como lo sería la comuna Palogrande.

Palabras Clave: ZAT, Modo de Viaje, Grupo Etario, Estrato, Transporte.

1. Introducción

1.1. Concepto General

El proyecto "Puntos de Vida" busca aprovechar las recompensas que da el cerebro por completar objetivos, Mantero Suarez G. (2018), con el fin motivar a los usuarios a emplear los medios de transporte activos y masivos. Esto es similar a lo analizado por Martín A. (1997-2012) en países como Alemania o Suecia, donde se comprueba que al dar incentivos se genera cultura positiva respecto a estos modos de transporte. Como consecuencia se aumenta el número de viajes realizados en los transportes esperados y mejora las condiciones de salud de los beneficiarios. El proyecto "Puntos de Vida" se propone como objetivo principal el fomentar un cambio positivo en el comportamiento de las personas en cuanto a su elección de medios de transporte en la ciudad de Manizales. Esta visión se materializa a través de la colaboración con entidades externas que ofrecen incentivos a quienes opten por medios de transporte activos, como la bicicleta o caminar, o medios de transporte público masivo.

1.2. Objetivos

El objetivo último consiste en identificar las Zonas de Análisis del Transporte (ZAT) con mayor porcentaje de viajes en vehículos privados y compararlas con los estratos socioeconómicos y grupos etarios con el fin de poder enfocar los incentivos acordes a las ZATs más críticas. Conociendo las zonas de mayor importancia se puede diseñar las recompensas de "Puntos de Vida" con base a los resultados, donde se busca fomentar la movilidad activa y masiva como la opción de transporte preferida, generando así un cambio positivo en los hábitos de desplazamiento.

2. Metodología

2.1. Implementos

- Reporte la matriz origen-destino de Manizales y Villamaría (2017).
- Archivo de datos espaciales (shapefile) de las ZAT de Manizales y Villamaría.
- Archivo shapefile de registro del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2018).

2.2. Descripción de la Ciudad de Manizales

Manizales es la capital del departamento de Calda, Colombia, cuenta con una población de 434.403 según el censo del DANE (2018) de la cual 69.939 tienen entre 0 y 14 años, 283.665 tienen entre 14 y 59 años, y 80.799 tienen más de 59 años. Cuenta

con un total de 11 comunas a las cuales se les añade el municipio de Villamaría para este estudio debido a su cercanía con la ciudad.

Figura 1: Mapa Comunas de Manizales. Fuente: Alcaldía de Manizales.

La ciudad cuenta con diversos puntos de interés turístico como se aprecia en un mapa creado por el Instituto de Cultura y Turismo de Manizales.

Figura 2: Mapa Turístico de Manizales. Fuente: Instituto de Cultura y Turismo.

2.3. Datos Matriz Origen-Destino

Para los datos se la matriz origen-destino solo se toman en cuenta aquellos viajes que tenían como la ZAT de origen aquellas que también pertenecen al archivo shapefile de las ZAT de Manizales y Villamaría, posteriormente se dividieron los datos de la encuesta en dos grupos:

- Destino: los viajes que tienen como motivo de viaje "Volver a casa" se considera que la ZAT de origen del viaje es un destino, esto se debe a que la finalidad del viaje es desplazarse a su residencia, por lo que se considera que todo origen distinto del hogar es un destino.

- Origen: los viajes que tienen un motivo de viaje distinto al de los destinos se considera como origen, esto se debe a que la finalidad del viaje es desplazarse desde su residencia hasta otro destino.

Los modos de viaje se dividieron en las siguientes 5 categorías:

Tabla 1: Clasificación de Modos de Viaje

Modo de Viaje	Descripción
Activo	Implica un esfuerzo físico por parte del usuario
Especial	Transporte privado de capacidad media o alta de pasajeros
Municipal	Se suele utilizar para moviliza a los usuarios entre municipios distintos
Público Individual	Capacidad baja de pasajeros, no posee una ruta especifica
Público Masivo	Capacidad media y alta de pasajeros en una ruta especifica
Privado	Transporte privado de capacidad baja de pasajeros

Con base al registro que se tiene en la Matriz Origen-Destino se realiza la siguiente agrupación en los grupos ya asignados:

Tabla 2: Clasificación de los tipos de transporte de la Matriz Origen-Destino

Registro Matriz O-D	Denominación
A pie	Activo
Bicicleta	Activo
Bicicleta pública	Activo
Bus	Público M
Bus escalera/chiva	Público M
Bus intermunicipal	Municipal
Bus privado/de compañía	Especial
Buseta	Público M
Cable Aéreo	Público M
Campero/jeep	Municipal
Microbús-Colectivo	Público M
Motocarro de pasajeros y/o carga	Público M
Motocicleta como conductor	Privado
Motocicleta como pasajero	Privado
Mototaxi	Público Ind
Taxi	Público Ind
Transporte escolar	Especial
Vehículo privado como conductor	Privado
Vehículo privado como pasajero	Privado

Contados todos los registros se descartan las ZAT que no tengan una cantidad significativa de datos y que no concuerde con la utilidad de la misma, por medio de los porcentajes se determina el aporte de cada modo de viaje.

2.4. Datos DANE y Cruce de Datos

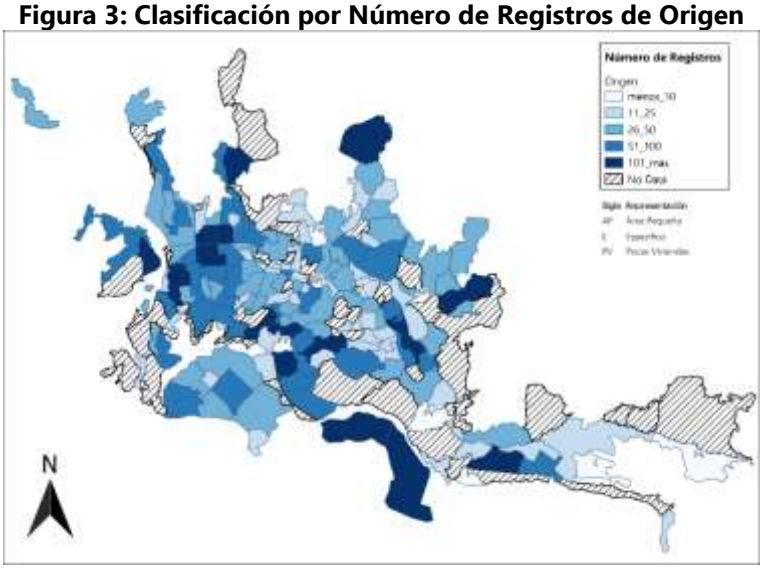
Para los datos de DANE, se agrupan los registros por ZAT según su ubicación geográfica para extraer el porcentaje de cada grupo etario y el estrato socioeconómico, la encuesta realizada por el DANE separa a la población cada 10 años hasta los 80. Para los estratos socioeconómicos se realiza un promedio del porcentaje del área que representa cada estrato y se redondea para obtener un valor puntual donde los valores están entre 1 y 6 y se tiene una categoría de Especiales para las ZAT que no tienen ningún tipo de vivienda. Para edades se suma la población de cada edad y el total de la ZAT para obtener el porcentaje de cada rango de edades ya registradas por el DANE. En conjunto los datos se analizan por ZAT donde se cruzan los porcentajes de modo de viaje relacionándolos con el porcentaje de edades y los estratos socioeconómicos donde se obtiene el porcentaje de modo de viaje por cada estrato y rango de edad.

3. Resultados

3.1. Porcentaje de Viajes

Para los registros de origen se cuenta con un total de 7980 registros repartidos en 220 ZAT que se tienen en total, algunos de estos no cuentan con información debido al bajo número de registros por lo que se descartaron, a excepción de los que cuentan con pocas residencias, y otros por no contar con viviendas:

Figura 3: Clasificación por Número de Registros de Origen



De las ZAT que cuentan con registro de habitantes, pero no cuentan con un número apto de registros para poder considerar valida su aportación, son un total de 30 zonas donde 11 de ellas no cuentan con registro de origen. Además, se excluyeron otras 35

zonas de categoría especial (sin viviendas). La distribución de los modos de viaje se distribuyó como se muestra en los siguientes mapas.

Figura 4: Clasificación de Porcentajes por Modos de Viaje de Origen

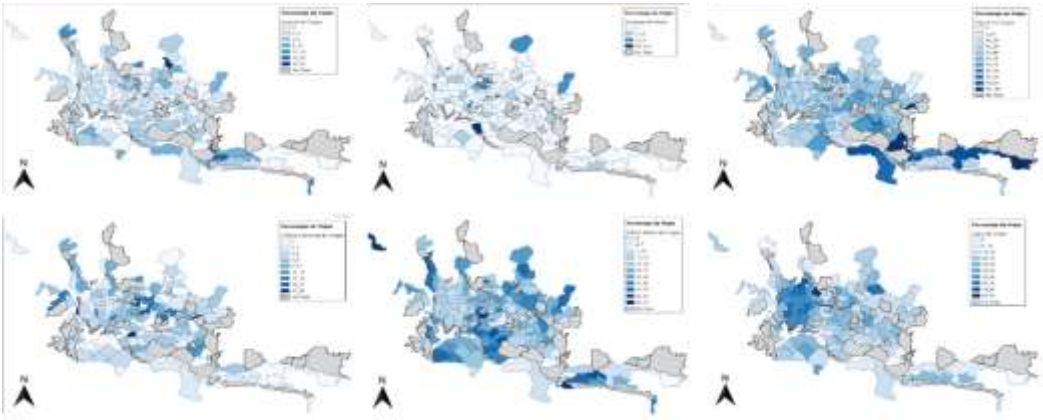
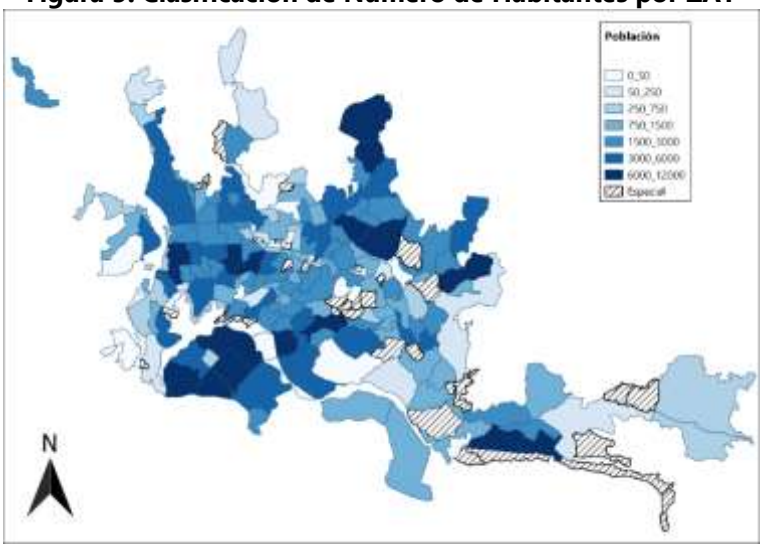
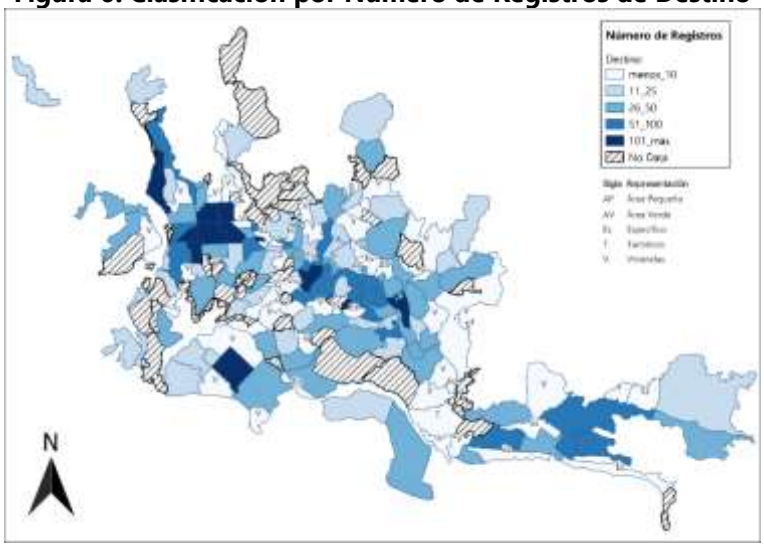


Figura 5: Clasificación de Número de Habitantes por ZAT



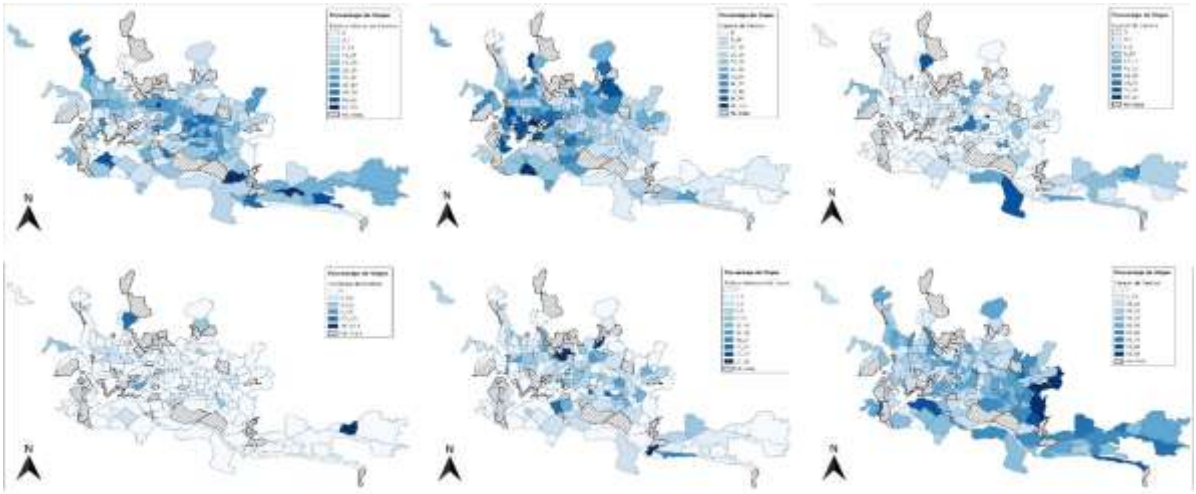
Con base en la población y el número de registros de la matriz Origen-Destino se puede apreciar como estos coinciden en las ZATs con mayor aglomeración.
Para los registros de destino, por el poco interés de algunas ZAT a tomar como destino habitual, se aceptan datos que contaran con al menos 4 registros, y se obtuvieron 6.625 registros de destino excluyendo 47 zonas que no cumplen con el criterio de inclusión.

Figura 6: Clasificación por Número de Registros de Destino



De igual manera como los resultados de los registros analizados por Flórez Valero C. F, González Rodríguez, R. A. (2007) muestran que las principales zonas atractoras siguen siendo las mismas que en la encuesta del 2001, adicionalmente se aprecia una relación entre las ZAT con mayor número de registros con la presencia de las vías más importantes de la ciudad como lo son la Avenida Centro, Paralela y Santander.

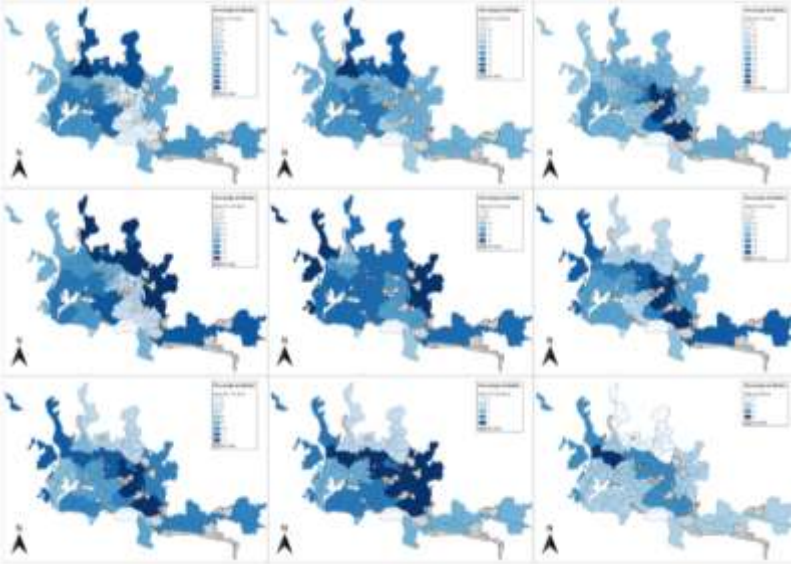
Figura 7: Clasificación de Porcentajes por Modos de Viaje de Destino



3.2. Grupos Etarios

La aproximación del porcentaje de edades queda de la siguiente manera:

Figura 8: Clasificación de Porcentajes de Grupos Etarios en rangos de 10 años

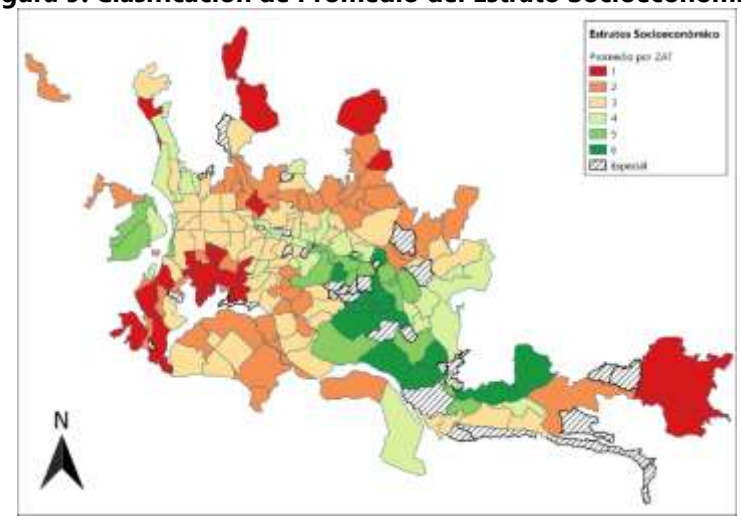


Se aprecia que la comuna Ciudadela del Norte tiene baja representación en el porcentaje de la población cuando se superan los 50 años. De forma contraria las comunas Cerro de Oro, Cumanday, Estación y Palogrande ven un incremento de importancia a partir de los 20 años. El resto de las comunas parece no tener cambios significativos con base en las edades que allí se encuentran.

3.3. Estratos Socioeconómicos

Los datos reportados por el DANE en la encuesta demográfica del 2018 permiten estimar el promedio de estrato por cada ZAT y estimar el porcentaje según la cantidad de habitantes por estrato.

Figura 9: Clasificación de Promedio del Estrato Socioeconómico



Se puede apreciar como los estratos más altos se encuentran en la comuna Palogrande, también se puede apreciar un poco en las comunas Atardeceres y Tesorito, El estrato más común es el 2 y 3 el cual cubre casi en su totalidad las comunas Ciudadela del Norte, Cumanday, La Fuente, Nuevo Horizonte, Universitario y el municipio de Villamaría.

3.4. Cruce de Datos

Los modos de viaje de origen se pueden cruzar tanto con los estratos socioeconómicos como con los grupos etarios dado que los valores extraídos coinciden con el de los encuestados. En el caso de los modos de viaje de destino no se puede tener una certeza de que los datos de edades coincidan con las personas que deciden viajar a dichas ZATs. De esto se obtiene la siguiente información.

Figura 10: Modos de Viaje de Origen por Estrato Socioeconómico

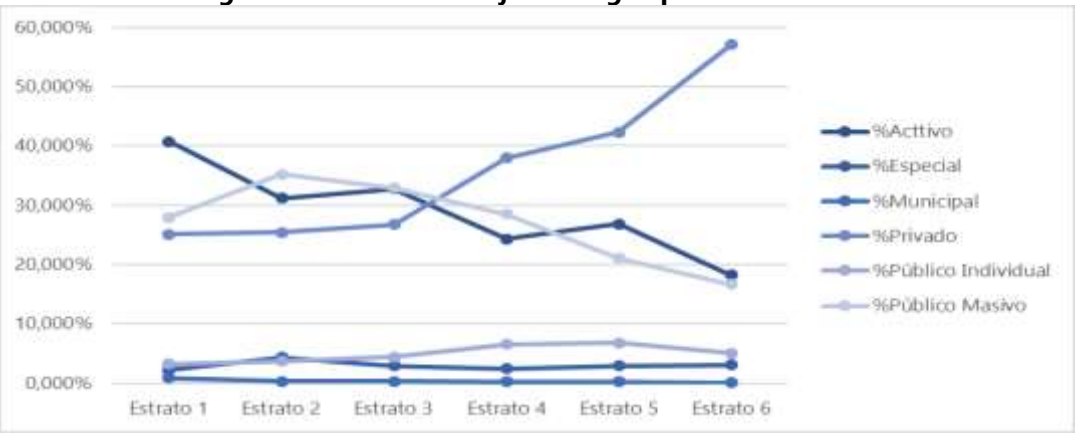


Figura 11: Modos de Viaje de Origen por Grupos Etarios

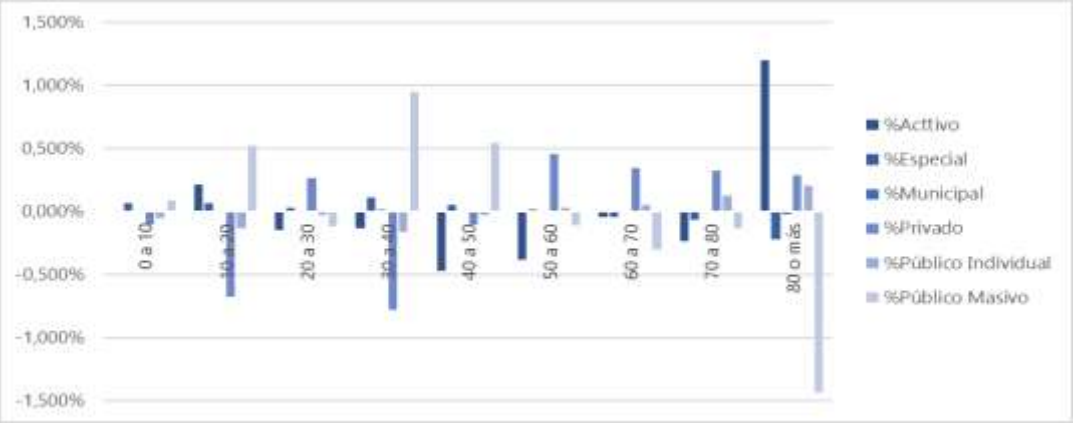
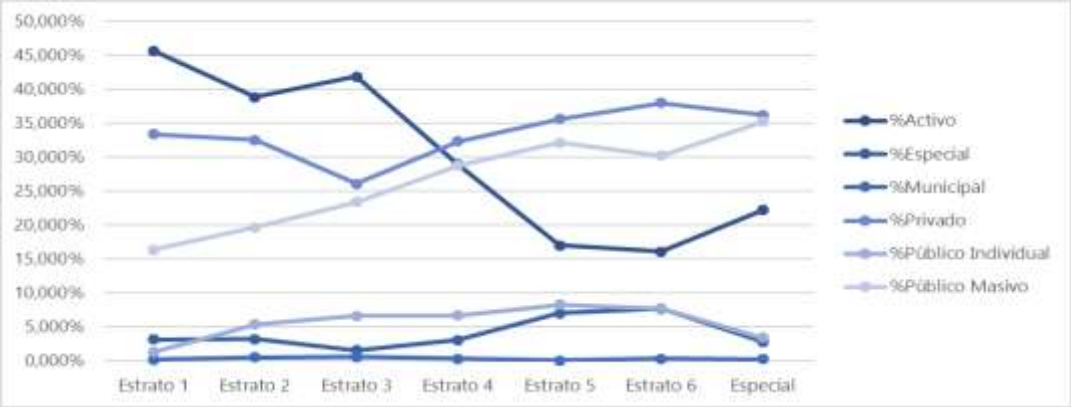


Figura 12: Modos de Viaje de Destino por Estrato Socioeconómico



Uno de los factores que más se puede apreciar es el hecho que el modo de viaje activo se reduce a medida que aumenta el estrato socioeconómico, y de forma inversa se incrementa el uso de vehículos privados en la presencia de estratos mayores esto se podría atribuir a que los estratos que tienen un mayor poder adquisitivo ya tienen un apego a poseer un vehículo privado por lo que es menos probable que se desprendan del mismo Moody J. et al. (2021), sin embargo, con el transporte masivo tiene un efecto variable dependiendo si es origen o destino.

Respecto a la comparación por grupos etarios es de resaltar al grupo con edad más avanzada dado que presentan un incremento masivo con los viajes activos pero una reducción drástica con el transporte público. También se resalta que las personas de entre 20 y 80 años usan menos en transporte activos respecto al promedio, como se aprecia, por el sedentarismo de las personas en esos grupos etarios como se registra en la ciudad de Manizales. Vidarte Claros J. A, et al (2012),

4. Conclusiones

Las ZAT con mayor influencia de los modos privados son donde se dispondrían las recompensas de "Puntos de Vida", estas ZATs pertenecen a las comunas Atardeceres, Cumanday, Palogrande y Tesorito.

El número de registros de destino suele orientarse a las zonas cercanas a las avenidas principales de la ciudad, esto es importante por lo que nos permite identificar posibles lugares para realizar el sondeo de económico.

Los estratos altos tanto como origen como destino presentan una caída grande en los modos de viaje activos, es fundamental encontrar una relación entre las posibles recompensas y los gustos afines a estos estratos.

La alta taza de sedentarismo en unos grupos etarios específicos nos indica el objetivo de las recomendaciones a buscar para poder mejorar el uso de este medio en dichos grupos.

5. Agradecimientos

En el contexto de la presente investigación, se agradece al Grupo de Investigación en Movilidad Sostenible - GIMS por su apoyo esencial. La contribución de los integrantes de GIMS se ha traducido en un respaldo significativo, manifestado a través de su compromiso y colaboración con la investigación en movilidad sostenible.

6. Referencias Bibliográficas

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2019). *Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 Manizales, Caldas. 38.* Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/191019-CNPV-presentacion-Caldas-Manizales.pdf el 30 de enero del 2024.

Flórez Valero C. F, González Rodríguez, R. A. (2007). *Análisis comparativo del cálculo del tamaño de muestra para la realización de encuestas domiciliarias en la construcción de una matriz origen-destino de pasajeros, entre un diseño muestral y la aplicación de un porcentaje de la población. Ingeniería e Investigación*, *27*(1), 106-114. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000100014&lng=en&tlng=es el 10 de enero de 2024

Mantero Suárez, G. (2018). *Sistema de recompensa del cerebro y neuronas del placer. Universidad de Sevilla, 39.* Recuperado de https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/82033/TFG%20Sistema%20de%20Recompensa%20del%20cerebro%20y%20neuronas%20del%20placer%20(Gonzalo%20Mantero%20Su%C3%A1rez).pdf?sequence=1 el 10 de enero de 2024

Martin, A., Suhrcke, M., & Ogilvie, D. (2012). *Financial incentives to promote active travel: an evidence review and economic framework. American journal of preventive medicine, 43(6), e45–e57.* Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.amepre.2012.09.001 el 10 de enero de 2024

Moody, J., Farr, E., Papagelis, M., Keith D. R. (2021). *El valor de la propiedad y el uso de un automóvil en los Estados Unidos. Nat Sustain 4, 769–774.* Recuperado de https://doi.org/10.1038/s41893-021-00731-5 el 30 de enero de 2024.

Vidarte-Claros, J. A., Vélez-Álvarez, C., & Parra-Sánchez, J. H. (2012). *Niveles de sedentarismo en población de 18 a 60 años. Manizales, Colombia. Revista de salud pública, 14, 417-428.* Recuperado de https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rsap/v14n3/v14n3a05.pdf el 10 de enero de 2024.

RETOS DE GOBERNANZA METROPOLITANA ANTE LA OPERACIÓN DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL FELIPE ÁNGELES

Georgina Isunza Vizuet
Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México. ginaisunza@gmail.com

RESUMEN

El Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles (AIFA) es una obra estratégica de gran alcance, inaugurada en marzo de 2022. Esta obra está generando beneficios regionales, nacionales e internacionales, sin embargo, su operación representa algunos impactos urbanos, sociales y ambientales que deben atenderse, en especial la problemática de la movilidad urbana en la escala metropolitana. El objetivo es analizar los principales retos de la gobernanza metropolitana implicados en las transformaciones socio territoriales de movilidad urbana, las nuevas necesidades e instrumentos de planificación y ordenamiento territorial que se han diseñado por parte de las autoridades que confluyen en los tres órdenes de gobierno (federal, estatal y municipal) y los diversos organismos implicados.

1. Introducción

El objetivo de este trabajo es analizar los principales retos de la gobernanza metropolitana implicados en las transformaciones socioterritoriales de movilidad y las nuevas necesidades de planificación, a la luz de la operación del AIFA, así como los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial que se han diseñado por parte de las autoridades que confluyen en los tres órdenes de gobierno (federal, estatal y municipal) y los diversos organismos implicados.

El AIFA forma parte del sistema aeroportuario regional que pretende complementar las operaciones del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México (ACIM) y reducir la saturación con la que opera. Cabe señalar que aún que no se encuentra operando a su máxima capacidad, ya está generando beneficios regionales, nacionales e internacionales no sólo por el impulso a las actividades económicas como el turismo, los negocios, el sector transporte, la aeronáutica, la industria de la construcción entre otras; además está generando impactos importantes en la economía de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), especialmente derivados de la generación de empleo y el fortalecimiento de las cadenas de valor regionales y nacionales.

El reto principal para la óptima operación del AIFA, y sobre lo que se están instrumentando algunas acciones, es la accesibilidad. Sin embargo, también representa algunos impactos urbanos, sociales y ambientales que deben atenderse desde la gobernanza metropolitana. En especial, en este trabajo se explora la problemática de la movilidad urbana en la zona de influencia, al norte de la ZMCM.

La ZMCM es una aglomeración socioterritorial compleja, compuesta por las 16 alcaldías de la Ciudad de México, 59 municipios del Estado de México y un municipio del Estado de Hidalgo. La confluencia de distintos estados (gobiernos subnacionales) y gobiernos municipales con distintas competencias, representa un reto de la gobernanza en materia de transporte y medio ambiente, debido a que gran parte de loa viajes cotidianos tienen escala metropolitana, es decir, cruzan los límites municipales y de los estados.

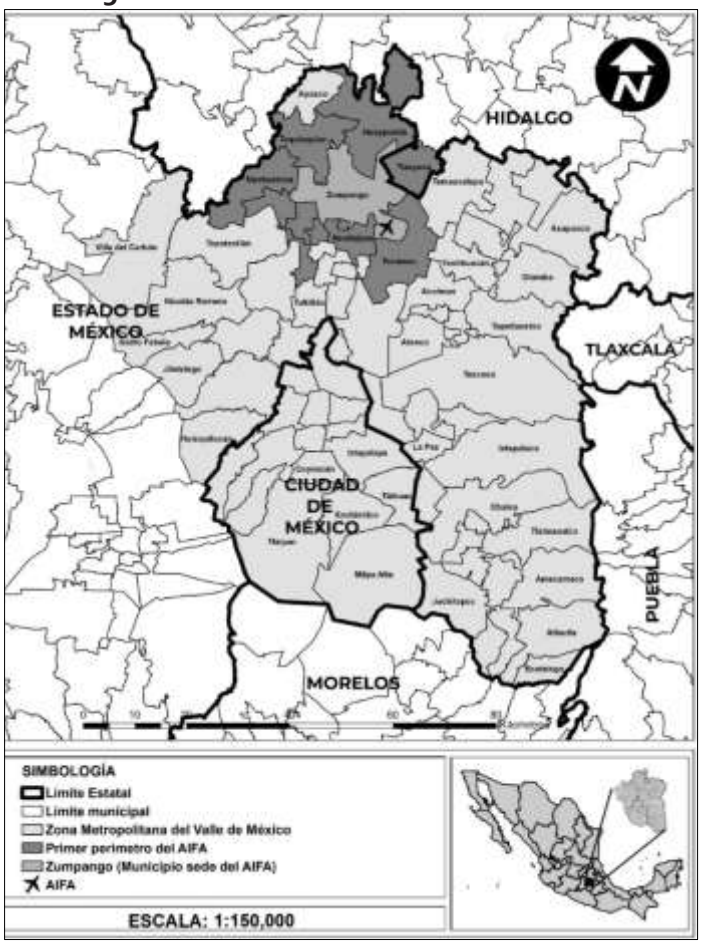
En agosto de 2020 se publicó el Programa Territorial Operativo de la Zona Norte del Valle de México (Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano), en el que se muestran los instrumentos de planeación para ocho municipios que se estima, recibirán el mayor impacto. Al amparo de este programa se están realizando obras de infraestructura que favorecen la conectividad y accesibilidad metropolitana, la mayor

parte, no concluidas, principalmente pensando incentivar los viajes aéreos y el uso del nuevo aeropuerto.

2. Movilidad y dinámica metropolitana

El AIFA se construyó utilizando la Base Aérea Militar de Santa Lucía, ubicada en Zumpango, Estado de México, y a 45 km del (AICM), con el fin de conformar junto con el Aeropuerto Internacional de Toluca una red aeroportuaria integral de la zona metropolitana de la Ciudad de México. Se estima que genere importantes impactos urbanos en los municipios de la zona norte de la ZMCM (figura 1).

Figura 1. Localización del AIFA en la ZMCM



Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Marco Estadístico Estatal y Municipal 2020.

Comprender los impactos de la operación del AIFA requiere una visión metropolitana de la dinámica demográfica y la expansión urbana. El cuadro 1 las tendencias demográficas y el peso de las distintas áreas de la metrópoli. Se aprecia claramente que la Ciudad de México y sus alcaldías centrales han entrado a una etapa de

estancamiento demográfico, mientras que en los municipios metropolitanos del Estado de México e Hidalgo crecen de manera más importante.

Cuadro 1. ZMVM Población y Tasa Media de Crecimiento 2000-2020

Agregado territorial	Población		Tasa Media de Crecimiento 2000-2020
	2000	2020	
Ciudad de México	8,605,239	9,209,944	0.3
Alcaldías centrales (1)	1,692,179	1,838,211	0.4
Municipios conurbados	9,791,438	12,594,571	1.3
ZMCM	18,396,677	21,804,515	0.9

(1) Alcaldías Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza

Fuente: Elaboración propia con base en: INEGI, Censo General de Población y Vivienda 2000 y 2020.

Por su parte, los municipios de la zona norte, considerados dentro del área de influencia del AIFA muestran alto dinamismo demográfico, ya que, con excepción de Jaltenco y Tultitlán, las tasas de crecimiento de la población y la vivienda son elevadas (cuadro 2). Este patrón de expansión periférica ha sido impulsado por las tendencias de desarrollo inmobiliario, caracterizado por la construcción de grandes conjuntos habitacionales (Isunza, 2022).

Cuadro 2: Tasa de crecimiento de población y vivienda en municipios de la zona norte (2000-2020)

Municipio	Población	Vivienda
Tizayuca	6.7	7.8
Jaltenco	-0.6	1.8
Nextlalpan	5.5	7.4
Tecámac	5.9	7.8
Tultepec	2.7	4.0
Tultitlán	0.9	2.4
Zumpango	5.3	7.4
Tonanitla *	3.8	5.1

* Tonanitla es un municipio de reciente creación, por lo cual sólo se dispone de información censal a partir de 2010. La tasa de crecimiento corresponde al periodo 2010-2020.

Fuente: Elaboración propia con base en: INEGI, Censo General de Población y Vivienda 2000 y 2020.

El comportamiento de la expansión periférica condiciona en gran medida el patrón de movilidad. En la ZMVM se realizan diariamente cerca de 34.6 millones de viajes diarios (incluye varios tramos y modos de transporte): el 41% de los viajes se realiza en

transporte público, el 28.7% en metro, el 21% en automóvil privado. Sólo caminar en la calle representa el 32% de los desplazamientos (Isunza, 2022).

Analizando el comportamiento de los viajes de los municipios de la zona norte apreciamos que predomina un patrón metropolitano (cuadro 3).

Cuadro 3. ZMVM Patrones de viaje en los municipios incluidos en el PTO-ZNVM

Municipio	% viajes internos	% Viajes a otros municipios de la ZMVM	% viajes CDMX
Tizayuca	68%	26%	14%
Tonanitla	45%	54%	19%
Jaltenco	47%	52%	17%
Nextlalpan	47%	51%	16%
Zumpango	69%	30%	9%
Tecámac	67%	15%	5%
Tultitlán	65%	27%	5%
Tultepec	51%	49%	12%

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI Muestra Censal, Censo de Población y Vivienda 2020.

Destacan Tonanitla, Jaltenco, Nextlalpan y Tultepec por los viajes realizados fuera del municipio; en contraste, por dominio de viajes internos destacan Tizayuca, Zumpango, Tecámac, Tultitlán y Tultepec, municipios que tienen mayor grado de consolidación urbana y cierta dinámica económica que genera empleo. En este sentido, se espera que en la medida en que se fortalezca la conectividad y la accesibilidad motivadas por el AIFA, la movilidad se tornará más próxima.

3. Gobernanza metropolitana

El Programa Territorial Operativo de la Zona Norte del Valle de México (PTO-ZNVM) es el instrumento de planeación y ordenamiento territorial más claro con el que hasta ahora se cuenta. En su diagnóstico se presenta un recuento de la problemática que enfrentan los municipios periféricos a partir de cuatro ejes: ordenamiento territorial, transporte, tránsito y medio ambiente, no se ofrece evidencia detallada de los flujos, motivos de viaje, tiempo empleado en los desplazamientos, distancia.

Sin embargo, en este programa se identifican algunas limitaciones derivadas de la obsolescencia de los instrumentos de planeación ya que no se pondera el incremento en la demanda de transporte masivo, el impacto de los nuevos viajes sobre la capacidad de soporte de las infraestructuras urbanas, ni los impactos ambientales. Este es una de las problemáticas que se tendrán que resolver mediante la coordinación

metropolitana de los gobiernos de la Ciudad de México, el Estado de México y el Estado de Hidalgo.

Entonces, existe la necesidad de conformar un sistema de gobernanza metropolitana que conjugue la colaboración de los distintos actores involucrados en torno a este proyecto nacional y metropolitano, así como establecer compromisos para regular los cambios sociales, ambientales, tecnológicos y territoriales implicados en la movilidad cotidiana. Ello sugiere la necesidad de reformular el sistema gubernamental, toda vez que se concentran recursos y se van creando oportunidades, que, a su vez, generan nuevas vulnerabilidades socioambientales.

La gobernanza metropolitana está determinada por la naturaleza de las estructuras de gobernanza en relación con los niveles de fragmentación o consolidación, el grado y nivel de control de las funciones urbanas y el grado de formalidad o informalidad en la coordinación de las unidades del área metropolitana (Gómez, *et.al.*, p. 21).

En México no existe un marco legal y/o de planificación nacional que permita atender los complejos problemas metropolitanos. Si bien en el marco de la planificación han existido algunos acuerdos de carácter metropolitano en materia de transporte y medio ambiente o algunos planes metropolitanos, los acuerdos y acciones de gobernanza metropolitana se tornan insuficientes e ineficientes. De acuerdo con Iracheta (2006, citado por el mismo autor, 2019):

Prevalece la acción fragmentada y sectorizada y porque está resultando enormemente difícil definir y ejecutar una visión metropolitana a largo plazo. Y, sin embargo, ¡la ciudad funciona! Pero ¿cómo está funcionando? ¿Ofrece condiciones razonables para el desarrollo económico competitivo, la mejora de la calidad de vida y la seguridad de la comunidad, y hace que su organización y entorno sean sostenibles? La respuesta es no, ya que las condiciones positivas que ofrece se vuelven más escasas y la sensación de que los problemas básicos aumentan de manera desproporcionada se agranda (p. 321).

La gobernanza metropolitana requiere pactos entre los actores de largo alcance, que permitan la consolidación de los proyectos y las acciones emprendidas en un proyecto que trastoca distintas áreas relacionadas con la movilidad urbana. En el caso de la movilidad urbana, se relaciona con los hábitos de movilidad cotidiana, las organizaciones y los procesos de gestión urbana. Además, permite diseñar acciones estratégicas para mejorar la planificación y la gestión del territorio metropolitano en especial, cuando los efectos locales de la operación de un aeropuerto implican una coordinación multinivel y multisectorial.

En este sentido, la alternancia política pudiera representar una oportunidad para consolidar un esquema de gobernanza más robusto, ya que históricamente las acciones gubernamentales se veían afectadas por los intereses políticos de gobiernos de distinta filiación política. Sin duda la operación del nuevo aeropuerto contribuye a mejorar la interconectividad y la accesibilidad de la Ciudad de México y municipios del Estado de México hacia el AIFA, el desarrollo de infraestructuras viales y la puesta en marcha de nuevas rutas y modos de transporte. Así también se desarrollarán nuevas actividades económicas locales con las que se generará una nueva centralidad, por lo que se espera una mejora de las condiciones de accesibilidad de los municipios periféricos.

Algunos de los planes y programas municipales de desarrollo de la zona norte plantean políticas de regularización de asentamientos en zonas de riesgo o de protección ecológica, sin embargo, son escasos los que cuentan con instituciones facultadas para regular el desarrollo urbano o con la capacidad financiera y técnica para atender la problemática. Los ocho municipios de la Zona Norte tienen una situación particular respecto a los asentamientos irregulares, la normatividad e instituciones responsables. La mayor parte de los no cuentan con instrumentos de planeación municipal actualizados; sólo Jaltenco y Tecámac cuentan son un Plan de Desarrollo Municipal 2019-2021.

Si bien estos municipios cuentan con el instrumento de planeación urbana, existen problemas como la escasa capacidad institucional de las administraciones municipales para cumplir la norma, además del desfase que existe entre la publicación de los planes y la Ley General de Asentamientos Humanos Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHTyDU9, 2016) por lo que no están homologados los conceptos y las acciones previstas y sus (Hernández, Moreno y Velázquez, 2021:416).

Si bien en los planes de desarrollo municipal se alude al tema de la movilidad, prevalece la visión del transporte y las infraestructuras, no se orientan acciones a fortalecer la economía local para reducir la necesidad de viajar y generar relaciones de proximidad. Es claro que junto con el funcionamiento metropolitano del sistema de transporte operan en los espacios locales numerosos prestadores de servicio de transporte local que contribuyen de manera informal a satisfacer la creciente demanda de transporte que no es atendida por los modos, las rutas y los sistemas de transporte existente, producto del rezago de los espacios locales y de la escasa conectividad.

Ante la puesta en marcha del AIFA se adopta un sistema de financiamiento compartido entre la Secretaría de la Defensa Nacional, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y los gobiernos de la Ciudad de México y del Estado de México, a fin de diseñar infraestructuras y programas que permita atender las nuevas necesidades de

movilidad, no sólo de los viajes cotidianos, sino la demanda de movilidad de los usuarios del aeropuerto.

El gobierno federal inicia obras como la prolongación del Tren Suburbano hacia la Terminal Aérea (con una longitud de 23 kilómetros) mientras que en el Estado de México se pretende ampliar rutas del Mexibús, Metrobús y del Circuito Exterior Mexiquense (figura 2).
Por cuenta de la Ciudad de México se pretende mejorar la conectividad de la Calzada Zaragoza- Peñón; ampliación en carriles en Circuito Interior en Galindo y Villa; en Indios Verdes se contempla la construcción de dos gazas auxiliares y la mejora del CETRAM; la ampliación de la Línea 4 del Metrobús de San Lázaro al AICM; mejora del espacio público Av. Rio de los Remedios, la cual se realiza en conjunto con el Estado de México (figura 2).

Figura 2. Proyectos de conectividad en la Zona Norte de la ZMVM

Fuente: Gobierno de México. https://www.gob.mx/sct/es/articulos/proyectos-de-conectividad-al-aifa-a-cargo-de-la-sict?idiom=es

En el caso de la ZMVM se puede apreciar la concentración de la infraestructura y de los modos de transporte colectivo en la Ciudad de México, mientras los municipios periféricos alejados, entre ellos los considerados en el PTO-ZNVM, enfrentan graves rezagos. En estos municipios se plantea la necesidad de hacer más funcional la infraestructura y el transporte público local con el fin de que las personas logren la multimodalidad en sus prácticas cotidianas.

4. Los retos

El análisis precedente permite delinear algunos desafíos implicados en la planeación ante la operación del AIFA. Se pueden resumir a continuación.

El primero es considerar los patrones de movilidad cotidiana y ampliar su cobertura a los municipios metropolitanos que presentan mayor relación funcional con el resto de la ciudad. En especial considerar aquéllos que han atraído habitantes a partir de la construcción de numerosos conjuntos habitacionales.

Es impostergable la tarea de realizar un diagnóstico actualizado de la movilidad cotidiana en los municipios metropolitanos que presentan mayor relación funcional con el resto de la ciudad. En especial considerar aquéllos que han atraído habitantes a partir de la construcción de numerosos conjuntos habitacionales. En este sentido, la última Encuesta Origen- Destino de los Hogares de la ZMCM se realizó en 2017; desde entonces no se dispone de información actualizada para realizar el diagnóstico metropolitano de la movilidad.

Profundizar en el eje medioambiental. Que se estimen las nuevas emisiones de GEI que generará no sólo la movilidad motorizada, sino las emisiones del AIFA, la contaminación por ruido y la presión hídrica.

En el eje medioambiental es preciso que se estimen las nuevas emisiones de GEI que generará no sólo la movilidad motorizada, sino las emisiones del AIFA, además de la contaminación por ruido.

Hay una resistencia de las aerolíneas comerciales para operar en el AIFA y ello dificulta el logro de la meta de reducir la saturación tan grave del AICIM, de manera sincrónica y ordenada, canalizando viajes aéreos al nuevo AIFA.

En el PTO-ZNVM prevalece la visión de dotar de infraestructuras y carece de una visión integral de ordenamiento territorial de escala metropolitana. Una asignatura pendiente en torno al PTO-ZNVM ha sido un déficit en la planeación relacionado con la fragmentación o falta de coordinación entre los niveles de gobierno, entre los marcos normativos y entre las agencias u organismos que intervienen en la gestión municipal y metropolitana. Como se pudo apreciar, existe un rezago importante en los procesos de planeación municipal, no sólo porque no están actualizados la mayoría de los planes, sino porque los municipios tienen escasas competencias y capacidades institucionales para tomar decisiones respecto al rol que pretenden jugar ante las transformaciones socio-territoriales derivadas de la operación del AIFA.

Respecto al tema de la movilidad prevalece la perspectiva de la movilidad como desplazamientos y como transporte, más no como práctica social reiterada. Por lo tanto, se le apuesta a la infraestructura, a los sistemas de transporte y al tránsito, a las nuevas vialidades, que, si bien son necesarias, poco se explora una movilidad alternativa, especialmente por el grave problema de contaminación que se generará.

5. Referencias Bibliográficas

Gómez, David, Robin Rajack, López-Moreno, Eduardo, Lanfranchi, Gabriel (2019) Gobernanza Metropolitana: El gobierno de las metrópolis para el desarrollo urbano sostenible. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en: www.iadb.org/metrogov

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2000) Censo General de Población y Vivienda 2000.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2017) Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (EOD).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020) Censo de Población y Vivienda 2020. Cuestionario ampliado.

Iracheta, Alfonso (2019) Reforma metropolitana en Ciudad de México: algunas ideas clave. En: David Gómez-Álvarez (coordinador) *Gobernanza Metropolitana: El gobierno de las metrópolis para el desarrollo urbano sostenible*. Banco Interamericano de Desarrollo, p. 320-329.

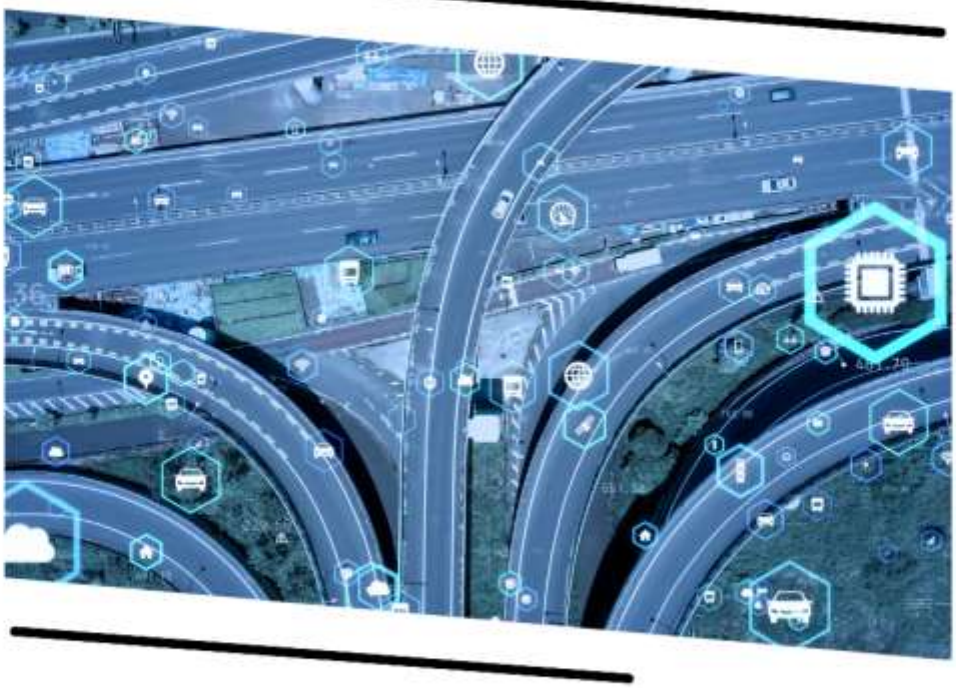
Isunza, Georgina (2022) Movilidad periférica en la Zona Metropolitana del Valle de México. Entre la lejanía y la proximidad. Coordinación de Humanidades-Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, Universidad Nacional Autónoma de México.

Isunza, Georgina y Guerrero, María de Lourdes (2023) "Perspectivas de la movilidad cotidiana y vulnerabilidad socio-territorial ante la operación del Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles en México" En: Sonia Vidal-Koppmann y Ana María Liberali (compiladoras) Movilidad Urbana y vulnerabilidad socio-territorial. Aportes para el análisis de las regiones metropolitanas en Latinoamérica, Centro de Estudios del Transporte Área Metropolitana, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires (CETAM/FADU/UBA). ISBN Impreso: 978-987-4934-32-1; ISBN digital: 978-987-4934-33-8, p. 31-67.

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (2020). Programa Territorial Operativo de la Zona Norte del Valle de México, con énfasis en el proyecto aeroportuario de Santa Lucía. Secretaría de Desarrollo Agrario Territorial y Urbano, Gobierno de México

ÁREAS TEMÁTICAS

INNOVACIONES Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS EN TRANSPORTE



AUTOMAÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA ESTIMATIVA DE CUSTO DE PROJETO DE INFRAESTRUTURA EM BIM – MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA LITERATURA

Talita Evelyn Paulino da Silva
Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. talitaevelyn@hotmail.com

Michele Tereza Marques Carvalho
Universidade de Brasília, Brasília, Brasil. micheletereza@unb.br

RESUMO

Os projetos de infraestrutura possuem critérios que podem aumentar ou diminuir o custo da obra. Alguns fatores podem afetar a precisão da estimativa de custo de projetos de construção e atividades manuais podem conter erros humanos que diminuem a consistência dos resultados e, portanto, reduzem a confiabilidade do trabalho. Assim, o objetivo desta pesquisa foi realizar um Mapeamento Sistemática da Literatura sobre projetos de infraestrutura e automatização de estimativa de custo em *Building Information Modeling* (BIM), como também identificar principais diretrizes para o gerenciamento de custo de projetos de infraestrutura 5D. Para isso, pesquisou-se publicações de artigos por meio de termos estratégicos no banco de dados da *Web of Science*, realizou-se uma análise bibliométrica e foi verificado as principais diretrizes na literatura científica. Nos resultados observou-se que o escopo do projeto, aplicação do BIM, extração automatizada de estimativa de custo, softwares compatíveis com a última versão do IFC, documentações e especificações consistentes e claras, processos automatizados e capacitação são algumas diretrizes para o gerenciamento de custo de projetos de infraestrutura. Alguns processos nos projetos podem ser repetidos, o que proporciona maior benefício para automação, e destaca-se que o uso do *Industry Foundation Classes* (IFC) é indispensável nesses processos. Este estudo contribui cientificamente para uma melhor compreensão e desenvolvimentos de automação de dados para estimativas de custos de projetos de infraestrutura utilizando o BIM.

1. Introdução

A infraestrutura é um setor fundamental para progredir e expandir o desenvolvimento socioeconômico de uma região. Em vista que os projetos de construção estão ficando mais complicados e complexos (AL-AIDROUS et al., 2022), a maioria dos projetos de modernização para o desenvolvimento de novas capacidades em infraestrutura ferroviária e rodoviária possuem medidas restritivas de projeto e de execução de obra que geram ou diminuem custos (RAICU et al., 2019).

Para ter um fluxo automatizado de informações em *Building Information Modeling* (BIM), é necessário ter o conhecimento dessa modelagem. A Norma ISO 19650 (2018) apresenta recomendações para o gerenciamento de informações de projetos e ativos, incluindo troca, gravação, versão e organização.

Um engenheiro implementa a estimativa com base no julgamento subjetivo, podem ocorrer erros humanos que diminuem a consistência dos resultados e, portanto, reduzem a confiabilidade (Lee et al., 2015). A estimativa de custos é um dos processos preparatórios mais críticos em qualquer projeto de construção. Um custo inicial alto pode deprimir um cliente satisfeito com o projeto. Alternativamente, uma estimativa de custo muito baixa pode levar a problemas financeiros em um estágio posterior (FERRONATO, 2020).

Um projeto desenvolvido em BIM permite níveis elevados de compartilhamento de detalhes de informações de projetos. A automação dessas informações é um meio que exclui a verificação de dados manuais e por isso, alcança a precisão de dados. Dessa maneira, o fluxo de informações automatizado por meio de linguagem de programação pode ser utilizado para realizar a estimativa de custo de um projeto de infraestrutura em BIM.

Esta pesquisa tem como objetivo de realizar um Mapeamento Sistemática da Literatura (MSL) sobre projetos de infraestrutura e automação de estimativa de custo em *Building Information Modeling* (BIM), como também identificar principais diretrizes para o gerenciamento de custo de projetos de infraestrutura em 5D.

2. Metodologia

Para o conhecimento do estado da arte desse estudo foi necessário seguir etapas. Primeiramente, realizou-se uma busca estratégica no banco de dados da *Web of Science*, delimitando para título, resumo ou palavras-chaves dos artigos com os

termos: *"cost estimate" OR "cost" AND "infrastructure project" OR "infrastructure" AND "IFC" OR "automated information" OR "information automation" OR "VPL" AND "BIM".*

Na segunda etapa, foi realizada a busca de artigos e artigos de revisão com o idioma em inglês e que foram publicados nos anos de 2013 a 2023 com a categoria da *Web of Science*: *Engineering Civil, Economics, Transportation, Business Finance* e *Automation Control Systems*. Em seguida, foi feita uma análise e seleção dos resumos desses artigos a fim de ter apenas assuntos que relacionam com o objetivo deste estudo. Na terceira etapa realizou-se uma análise bibliométrica, por meio do software VOSviewer 1.6.18 sobre as palavras-chaves, autores e países, do total de 54 artigos selecionados.

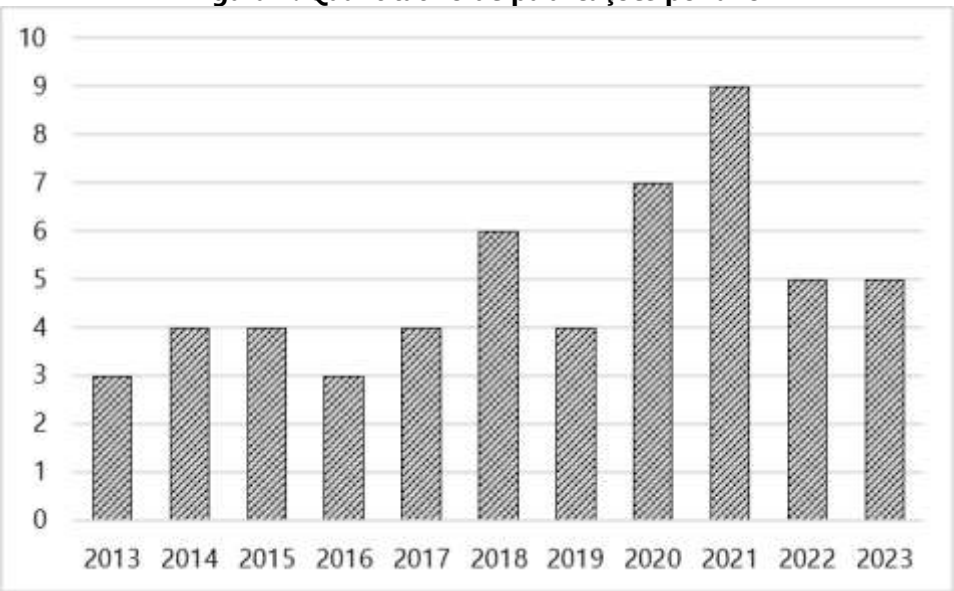
Desse modo, analisou-se assuntos que houveram mais destaques tanto na coocorrência quanto na classificação anual das palavras-chaves, o que torna o estudo mais coerente com as evoluções.

3. Resultados

3.1. Análise Bibliométrica

Para a análise bibliométrica identificou-se a evolução de publicações por ano (Figura). Em geral, não houve uma evolução crescente e constante do total de publicações por ano. Vale ressaltar que no ano de 2020 e 2021 são os anos que tiveram mais publicações, sendo 7 e 9 publicações, respectivamente.

Figura 1: Quantitativo de publicações por ano

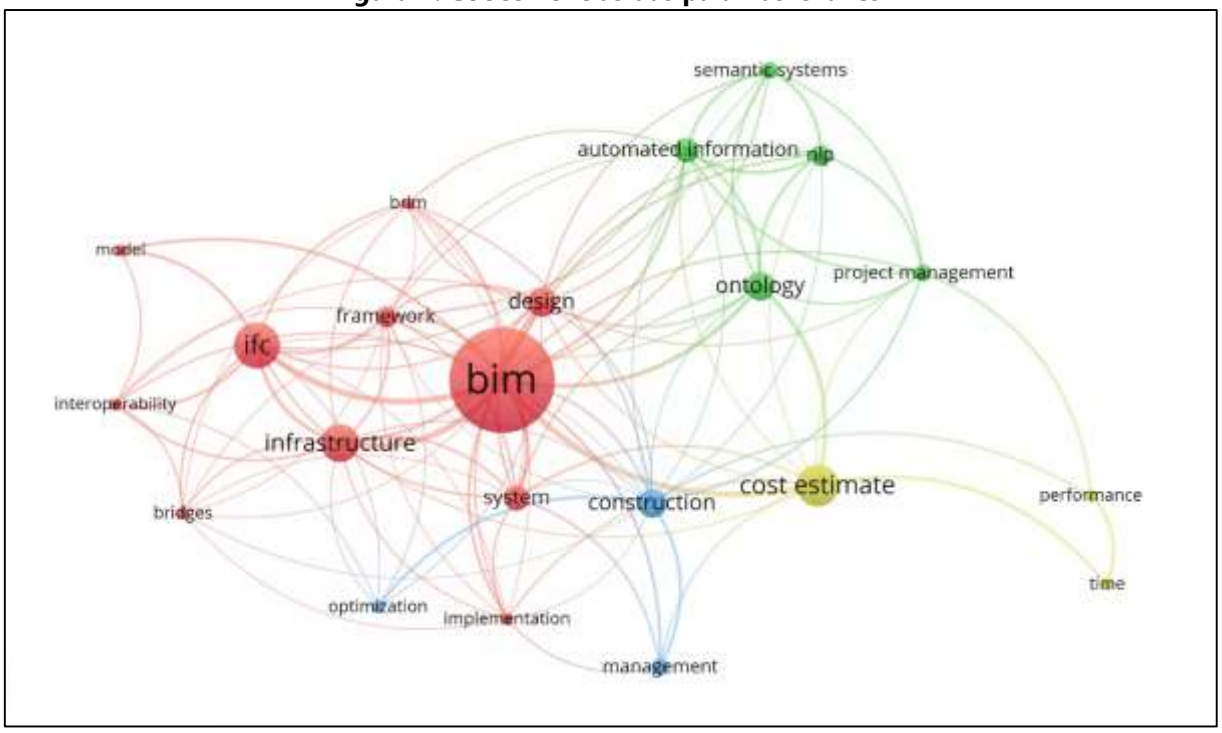


Dentre as coautorias que mais publicaram artigos e mais foram citados, referentes aos assuntos pesquisados, foram Zhang, El-Gohary e Borrmann, respectivamente. Zhang publicou 6 artigos, El-Gohary 4 artigos e Borrmann publicou 3 artigos.

Estados Unidos, Coréia do Sul, China, Alemanha e Austrália foram os cinco países que mais publicaram artigos. O Estados Unidos apresentou a maior taxa de publicações, com 15 no total, enquanto a Coréia do Sul e China obtiveram 7 publicações cada, sendo uma diferença em cerca de 50% entre eles. A Alemanha e Austrália publicaram 4 artigos.

Por meio do software VOSviewer, foi criado um mapa de coocorrência de todas as palavras-chaves (Figura), onde exibe 4 grupos de assuntos e cores diferentes. A localização dos círculos indica a interação das palavras-chaves em termos de coocorrências, nas quais as palavras-chaves mais relacionadas são indicadas com círculos mais próximos. IFC, *framework*, *design*, BIM, *infrastructure*, *system*, *construction* e *cost estimate* têm maior relação, pois estão próximos um dos outros. *Automated information* está próximo de NPL e *semantic systems*. Tudo isso indica assuntos mais relacionados entre eles.

Figura 2: Coocorrências das palavras-chaves



Se a relação entre as palavras-chaves for alta, as linhas coloridas são mais grossas em largura. Na Figura 2, o termo BIM possui as linhas mais grossas na ligação com

infrastructure, *system*, *cost estimate e* IFC, o que indica forte interação entre esses assuntos.

Quanto à cronologia das palavras-chaves, observou-se que as informações mais recentes são IFC, *model*, *interoperability*, *infrastruture*, *optimazation*, *framework*, *design*, BRIM e BIM, sendo que elas variam de 2019 a 2023. Já as palavras-chaves recentes *time* e *performance* estão ligadas às palavras-chaves de 2018, que são *cost estimate*, *construtión* e *project management*. *Ontology* é um dos termos mais antigos, mas há relação com BIM e *cost estimate*.

Em vista disso, nesse artigo analisou-se assuntos sobre custo estimado de projetos em BIM, IFC, automação de informação e ontologia na integração de dados, pois foram os destaques da análise bibliométrica.

3.2. Custo Estimado de Projetos em BIM

O custo de construção é um dos critérios mais importantes na construção da infraestrutura de transporte, pois um mau planejamento pode ameaçar o sucesso de um projeto. A precisão de uma estimativa de custo para componentes de infraestrutura de transportes pode ajudar todas as partes e disciplinas interessadas a fazer uma previsão e um planejamento. As informações de projetos em BIM podem posteriormente ser utilizadas como informações confiáveis para análises mais detalhadas que levarão a maiores economias em projetos futuros (Costin et al., 2018).

Embora o recurso de informação de quantitativo emitidos pelos softwares possa ajudar em projetos de infraestrutura, o nível de aplicação é uma variável do sistema orçamentário do mercado local, estratégias de impulso adequadas, ambiente de suporte e existência de banco de dados de custo confiável e software compatível (Vitásek & Matějka, 2017).

Costin et al. (2018) aborda sobre a recomendação de realizar várias análises sobre desafios do retorno sobre o investimento e a economia de custos antes de implementar o BIM nos projetos, pois para aquisição de software habilitado em BIM, aquisição de hardware para operar o software, atualização dos sistemas de TI atuais, educação de engenheiros, alteração dos métodos e entregas de projetos tem alto custo.

Os resultados revelaram que os fatores mais significativos que afetam as estimativas de custos são desenhos claros e detalhados, especificações e documentação do projeto, experiência e nível de habilidade do estimador de custos, integridade das

informações de custos (precisão, qualidade e detalhes), materiais (preços, disponibilidade, qualidade e importações) e experiência em projetos similares (Ibrahim e Elshwadfy, 2021). Portanto, a estimativa de custo de projetos depende de vários fatores, mas se o projeto for em BIM, o nível de qualidade da estimativa de custo aumenta.

3.3. Industry Foundation Classes

Industry Foundation Classes (IFC) é um padrão internacional BIM aberto para troca e compartilhamento de informações entre os participantes multidisciplinares do projeto. (Soilán et al., 2021). O esquema IFC é um modelo de dados padronizado que codifica, de forma lógica, a semântica, atributos, relacionamentos, propriedades, quantidades, objetos, conceitos abstratos, processos e pessoas. Cabe destacar que o modelo de dados IFC é caracterizado pela hierarquia de herança que define relacionamentos e atributos que podem ser herdados de entidades.

Os arquivos IFC podem ser codificados em diferentes formatos, como XML, JSON e STEP. O IFC fornece três mecanismos de extensão para expandir modelos: (1) expansão de entidades baseadas na entidade IfcProxy; (2) expansão baseada em conjuntos de atributos; e (3) adicionar novas definições de entidade. A expansão de entidades pode ocorrer a partir dos padrões originais do IFC, mas adiciona-se novas definições de entidade para fornecer uma atualização dos padrões do IFC. Assim, como não há entidades relacionadas à gestão da qualidade no IFC, então recomenda-se as que são relevantes, como a IfcQualityManagement (Ding et al., 2017).

Segundo Wu et al. (2021), a geologia, como pré-requisito e fundamento dos projetos de construção de engenharia, não está totalmente refletida na estrutura do IFC. (Biancardo et al., 2020). Então, Wu et al. (2021) resolveram o problema de inconsistência de dados padrões, pois adotou-se um método de estender a entidade IFC para descrever objetos de engenharia geotécnica, como modelo de estrutura geológica. A extensão IFC para o modelo geológico foi empregada para o mapeamento um-para-um entre ele e possibilitou a saída do modelo geológico baseado no padrão IFC estendido.

Rhinoceros 3D é um software de modelagem que possui integração com outros programas, além de custo-benefício e uma plataforma intuitiva, em comparação com Civil 3D e Blender. Embora o Rhinoceros não seja software específicos de projeto de infraestrutura, ele suporta características que os tornam promissores para futuras aplicações no campo da infraestrutura BIM (Biancardo et al., 2020).

No estudo de Biancardo et al. (2020) utilizou o Rhinoceros com o plug-in VisualARQ, na qual suporta apenas o uso do IFC 2×3. O Rhinoceros atribui cada elemento geométrico a uma camada e permite a especificação de informações do material, porém essas informações são perdidas no momento da conversão para o formato de arquivo IFC. Para contornar esse problema, as informações sobre os materiais de infraestrutura foram inseridas manualmente no arquivo IFC. Portanto, existem versões de softwares com incompatibilidades, mas é possível inserir informações no IFC para ocorrer a interoperabilidade.

3.4. Automação de Informação

O projeto de rodovias segue um conjunto de regras e códigos que precisam ser repetidos ao longo de toda a via. Essas tarefas repetitivas podem ser automatizadas usando recursos BIM. Escrever relatórios baseados em tabela não é mais necessário e os relatórios podem ser extraídos automaticamente com base nas informações do modelo (Huthwohl et al., 2018).

No estudo de Soilán et al. (2021) apresenta uma metodologia automatizada que, primeiramente extraiu de forma confiável a posição e a geometria dos trilhos ferroviários a partir de dados de nuvem de pontos tridimensionais da infraestrutura, aplicando sequencialmente o processamento de nuvem de pontos. Em seguida, essas informações foram usadas para gerar o alinhamento da via ferroviária, seguindo os requisitos do padrão de IFC de alinhamento.

Para produzir uma automação é comum utilizar linguagens de programação. Dynamo é uma linguagem de programação visual no software Revit e é utilizada para trabalhar com dados de produtos representados semanticamente. Kebede et al., (2022) utilizaram o Dynamo integrado no Revit em combinação com Python incorporadas no Dynamo, a fim de ter processos automatizados.

Um subconjunto do esquema de dados e dos dados referenciados é chamado de *Model View Definition* (MVD). Um MVD específico é definido para suportar um ou mais fluxos de trabalho, sendo que cada um identifica requisitos de troca de dados para software, segundo a NBR ISO 16739 (2023). No estudo de Huang et al. (2022) foi realizada uma análise geotécnica MVD para destacar ainda mais as informações necessárias para avaliação geotécnica com base no modelo IFC. O resultado apresentou um fluxo de trabalho sustentado por técnicas heurísticas e Huang et al. (2022) demonstraram uma solução de projeto automatizado em vista da viabilidade e da flexibilidade de criar uma conexão entre o projeto BIM e as interfaces de

modelagem numérica, com técnicas avançadas de modelagem computacional e programação.

As pontes estão entre as obras em que o Open I-BIM é mais eficaz para o setor de infraestrutura (Salzano et al., 2023). Rashidi e Karan (2018) estudaram um processo automático e econômico de videogrametria para Modelagem de Informações de Pontes (BriM) que requer apenas câmeras comuns ou smartphones para filmar a ponte de vários pontos de vista. Os resultados mostraram que o videogrametria apresentado é capaz de gerar nuvens de pontos precisas e de boa qualidade, portanto é uma abordagem promissora que pode ajudar a melhorar a eficiência e a relação custo-benefício dos projetos de pontes.

3.5. Ontologia na Integração de Dados

Uma ontologia de domínio pode melhorar a interpretação automatizada e a compreensibilidade de um texto. O domínio específico semântico e os elementos de informação flexíveis são para alcançar uma semântica relativamente profunda, como maneira de analisar frases complexas e reconhecer o significado do texto específico do domínio (Zhang e El-Gohary, 2016).

Para facilitar a integração de dados, um método para representar semanticamente dados de produtos vinculados ao padrão de um documento é a ontologia Web Semântica, que facilita o processo de comunicação de um sistema (Kebede et al., 2022). O desenvolvimento do IFC dos projetos de infraestrutura pode ser contribuído com a ontologia para aumentar a abrangência das informações em um modelo BIM, bem como a interoperabilidade do software (Costin et al., 2018).

4. Discussão

O IFC desempenha um fator essencial na estimativa de custo para projetos de infraestrutura em BIM. A interoperabilidade de padrão aberto e neutro facilita diferentes modos de troca de informações em tempo real. A Classificação Unificada para a Indústria da Construção (CSI) categoriza os elementos de modelos, para ter organização e atribuição de custos específicos a cada categoria. Assim, desde a entrada de dados iniciais e até a geração automática de estimativas de custos e relatórios de orçamento reduz a dependência de processos manuais e minimiza erros.

Os custos resultantes de projetos em BIM podem ser reduzidos automatizando a modelagem em BIM (Ariyachandra e Brilakis, 2023). Para automatizar a estimativa de

custo é importante utilizar softwares que sejam compatíveis com a última versão do IFC. Dessa maneira, os softwares apresentam informações das entidades do IFC, mas é importante que o projetista analise as consistências das informações e os fatores de custo-benefício, para ter um projeto de acordo os requisitos do cliente.

Os softwares que os projetistas utilizam possuem linguagem de programação e fluxos de dados e lógica que se interagem, resultando em processos automatizados. Se necessitar da criação de um processo automatizado que o software não possui, o programador precisa entender o projeto, saber como é feito um projeto de infraestrutura e até o uso dos softwares que os projetistas utilizam, para que os dados tenham a interoperabilidade com confiabilidade.

Desse modo, o gerenciamento de estimativa de custo de projetos de infraestrutura em BIM é amplo, mas crucial no ciclo de vida do objeto. O escopo do projeto tem que ser claro para toda a equipe, deve aplicar do BIM para interoperabilidade de informações, extrair a estimativa de custo por meio de codificações, utilizar softwares compatíveis com a última versão do IFC, ter documentações e especificações consistentes e claras, automatizar o máximo de processos e aprimorar capacitação técnica. Todos esses fatores formam um conjunto de resultados integrados para a entrega de uma estimativa de custo de projeto de infraestrutura qualificada.

5. Conclusão

A estimativa de custos de projeto de construção civil com a utilização da metodologia BIM é um fator importante em tomadas de decisões para a gestão de projetos. O IFC é fator essencial para aplicação do BIM nos projetos de infraestrutura, para ter a interoperabilidade de informações e assim, ter precisão de dados de estimativa de custo.

No setor na infraestrutura os processos podem ser repetidos, o que proporciona maior benefício para automação. Além disso, escopo do projeto, aplicação do BIM, extração automatizada de estimativa de custo, softwares compatíveis com a última versão do IFC, documentações e especificações consistentes e claras, processos automatizados e capacitação são algumas diretrizes para o gerenciamento de custo de projetos de infraestrutura.

Este estudo contribui cientificamente para uma melhor compreensão e desenvolvimentos da automação de dados para estimativas de custos de projetos de infraestrutura utilizando o BIM. Para trabalhos futuros, recomenda-se realizar análises

de linguagem de programação e inteligência artificial em projetos de infraestrutura utilizando o BIM.

6. Referências Bibliográficas

Amann, J.; Flurl, M.; Jubierre, J. R.; Borrmann, A. (2014). An Approach to Describe Arbitrary Transition Curves in an IFC-Based Alignment Product Data Model. *Computing in Civil and Building Engineering*, 933–941. https://doi.org/10.1061/9780784413616.116

AL-AIDROUS, AL-HUSSEIN MOHAMMED HASSAN, et al. (2022) Critical factors influencing inventory and procurement system of infrastructure projects. *Journal of Civil Engineering and Management*, vol. 28. DOI:10.3846/jcem.2022.16681

Ariyachandra, M. R. M. F., & Brilakis, I. (2023). Leveraging railway topology to automatically generate track geometric information models from airborne LiDAR data. *Automation in Construction*, 155, 105068. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.105068

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2023). *ABNT NBR ISO 16739*: Industry Foundation Classes (IFC) para o compartilhamento de dados pelas indústrias da construção e da gestão de facilities - Parte 1: Esquema de dados. Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2018). *ABNT ISO 19650:* Organização da informação acerca de trabalhos da construção - Gestão da informação usando a modelagem da informação da construção - Parte 1: Conceitos e princípios. Rio de Janeiro.

Biancardo, S. A., Capano, A., De Oliveira, S. G., & Tibaut, A. (2020). Integration of BIM and Procedural Modeling Tools for Road Design. *Infrastructures*, 5(4), 37. https://doi.org/10.3390/infrastructures5040037

Costin, A., Adibfar, A., Hu, H., & Chen, S. S. (2018). Building Information Modeling (BIM) for transportation infrastructure – Literature review, applications, challenges, and recommendations. *Automation in Construction*, 94, 257–281. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.07.001

Ding, L., Li, K., Zhou, Y., & Love, P. E. D. (2017). An IFC-inspection process model for infrastructure projects: Enabling real-time quality monitoring and control. *Automation in Construction*, 84, 96–110. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.08.029

FERRONATO, Diogo (2020). *BIM-based cost estimation at early stages based on historical data*. Erasmus Mundus Joint Master Degree Programme. Universidade do Minho. Braga.

Huang, M. Q., Zhu, H. M., Ninić, J., & Zhang, Q. B. (2022). Multi-LOD BIM for underground metro station: Interoperability and design-to-design enhancement. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 119, 104232. https://doi.org/10.1016/j.tust.2021.104232

Hüthwohl, P., Brilakis, I., Borrmann, A., & Sacks, R. (2018). Integrating RC Bridge Defect Information into BIM Models. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 32(3), 04018013. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000744

Ibrahim, A. H., & Elshwadfy, L. M. (2021). Factors Affecting the Accuracy of Construction Project Cost Estimation in Egypt. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 15(3).

International Organization for Standardization (2004). *ISO 10303*: Industrial automation systems and integration Product data representation and exchange — Part 1: Description methods: The EXPRESS language reference manual.

Kebede, R., Moscati, A., Tan, H., & Johansson, P. (2022). Integration of manufacturers' product data in BIM platforms using semantic web technologies. *Automation in Construction*, 144, 104630. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104630

Lee, S., Kim, K., & Yu, J. (2015). Ontological inference of work item based on BIM data. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 19(3), 538–549. https://doi.org/10.1007/s12205-013-0739-5

RAICU, Serban, et al. (2019). Including Negative Externalities during Transport Infrastructure Construction in Assessment of Investment Projects. *European Transport Research Review*, vol. 11. DOI.:10.1186/s12544-019-0361-9

Rashidi, A., & Karan, E. (2018). Video to BrIM: Automated 3D As-Built Documentation of Bridges. *Journal of Performance of Constructed Facilities*, 32(3), 04018026. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001163

Salzano, A., Intignano, M., Mottola, C., Biancardo, S. A., Nicolella, M., & Dell'Acqua, G. (2023). Systematic Literature Review of Open Infrastructure BIM. *Buildings*, 13(7), 1593. https://doi.org/10.3390/buildings13071593

Soilán, M., Nóvoa, A., Sánchez-Rodríguez, A., Justo, A., & Riveiro, B. (2021). Fully automated methodology for the delineation of railway lanes and the generation of IFC alignment models using 3D point cloud data. *Automation in Construction*, 126, 103684. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103684

Vitásek, S., & Matějka, P. (2017). Utilization of BIM for automation of quantity takeoffs and cost estimation in transport infrastructure construction projects in the Czech Republic. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 236, 012110. https://doi.org/10.1088/1757-899X/236/1/012110

Wu, J., Chen, J., Chen, G., Wu, Z., Zhong, Y., Chen, B., Ke, W., & Huang, J. (2021). Development of Data Integration and Sharing for Geotechnical Engineering Information Modeling Based on IFC. *Advances in Civil Engineering*, 2021, 1–15. https://doi.org/10.1155/2021/8884864

Zhang, J., & El-Gohary, N. M. (2016). Semantic NLP-Based Information Extraction from Construction Regulatory Documents for Automated Compliance Checking. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 30(2), 04015014. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000346

ORQUESTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO A TRAVÉS DE UNA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA MEGALÓPOLIS DE LIMA

Luis Edgardo Leonardo Ramírez García
Alianza De Movilidad Urbana Sostenible, Lima, Callao, Perú. leramirez@urbanito.com.pe

RESUMEN

Nuestro propósito es transformar la forma en que las personas se desplazan en las ciudades, influyendo en la cultura ciudadana y promoviendo una movilidad sostenible, impactando en mejorar la calidad de vida en la ciudad. Creemos que el transporte urbano como el medio de movilidad más conveniente, y accesible, Además, destacamos su contribución al fomento del respeto mutuo de los espacios públicos de la ciudad y a la preservación del medio ambiente.

Esta tarea implica unir a los diversos actores del ecosistema de transporte urbano. El objetivo es transformar la descoordinación e ineficiencia del sistema actúa en un servicio orquestado. Este proceso comienza con la implementación de un sistema de pago digital sin contacto, denominado *Tu Tarjeta MOVILIZATE***.** Este sistema nos permite controlar la operación, ya que los pasajes reflejan las preferencias de viaje de los usuarios. A través de mejoras en la operación y alianzas con más empresas, logramos integrar nuestros servicios. Esto incluye la integración de pasajes, la implementación de promociones, la creación de servicios especiales, y la fidelización de los usuarios, convirtiéndolos en clientes leales. Además, se implementa la integración multimodal de los servicios, consolidando un sistema integrado de transporte.

Al bancarizar los flujos financieros y valorizar las rutas, se facilita el acceso a tasas de crédito bancario competitiva- Este, a su vez, promueve opciones de movilidad más eficiente y respetuosas con el medio ambiente, configurando la *empresa de transporte urbano en movilidad sostenible – AEMUS.*

Como resultado hemos desarrollado una plataforma tecnológica innovadora e intuitiva, que permite a los usuarios informarse, planificar su ruta y realizar pagos de manera fácil, sencilla y rápida, dando la opción de elegir el método de pago que al usuario le resulte más conveniente: Una tarjeta dedicada al transporte *MOVILIZATE* y tarjetas bancarias EMV, VISA y a partir de abril 2024 MASTERCARD). Todo lo cual contribuye en mejorar la experiencia de viaje, fomentando un sentimiento de confianza y seguridad. Esta mejora se ve reforzada por las buenas prácticas de los usuarios y su colaboración activa en la mejora del servicio.

Palabras clave: tarjetas sin contacto basado en cuentas (ABT), transporte urbano sostenible, Sistema Integrado de Transporte (SIT), Sistemas abiertos en transporte, interoperable

1. Introduccion

El éxito alcanzado es fruto de tener un objetivo definido y de utilizar tecnología abierta y no propietaria. Esto facilita mejora continua e incorpora a múltiples actores que aportan soluciones innovadoras al transporte. El uso de software en la nube posibilita actualizaciones constantes, lo cual nos permite contar con los recursos necesarios para gestionar eficientemente el servicio. Así, transformamos a los conductores en colaboradores comprometidos y logramos reducir los costos operativos

Así creamos la *ALIANZA DE EMPRESA DE MOVILIDAD URBANA SOSTENIBLE AEMUS*, que hace fácil replicar las mejores prácticas de buen servicio y operación, transformando cultural y digitalmente a la empresa, con inmediato impacto en el mejor servicio y estableciendo un nuevo proceso de atención al público. Así empresas unidas por un mismo propósito, establecemos estándares de atención al público, con una operación sincronizada, con un común soporte técnico, de atención al cliente. Juntos logramos una establecer una estrategia de economía de escala y colaboración con el público, en el propósito de fidelizar a la ciudadanía al atender su necesidad de movilidad, forjar un enlace de colaboración con la ciudad y sus ciudadanos.

2. Problema existente

El transporte urbano en nuestro medio es un servicio desarticulado, desincronizado, confuso, sin información al usuario, que se sostiene en un modelo de afiliación de propietarios de buses, lo que genera un servicio sin estándares de calidad, lo cual contribuye en un mayor estrés, ansiedad a los ciudadanos y la desigualdad socioeconómicas.

De la descomposición, priorización, evaluación del "recorrido del Cliente" desde el primero contacto o conocimiento del servicio, hasta el uso de este y su interacción posterior, incluyendo su soporte poste venta, concluimos que el sistema de ticketing o boletaje en su evolucionado, confirma que es el factor clave que promueve las mejoras en los sistemas de transporte en el mundo. La forma como pagamos es el eslabón que da pie a la era de las experiencias que van tanto del que proporciona el servicio como el del que recibe el servicio. Se convierte en la herramienta que articula la conectividad e interacción entre todos los involucrados en el ecosistema del servicio de transporte urbano.

3. Objetivo central de AEMUS

Transformar la forma en que las personas se movilizan en la ciudad, estableciendo procesos que organicen un servicio orquestado de transporte multimodal, creando una muy buena experiencia de viaje, valor que fideliza, transforma, construye una relación entre operador, transformarlo en un transporte solidario y resiliente, fortaleciendo las buenas prácticas de convivencia en espacios públicos.

4. Hipótesis planteada por AEMUS

La principal causa del declive del modelo actual de transporte es su incapacidad para controlar y administrar los ingresos generados por la venta de pasajes. Esta situación ha llevado a que los choferes y/o cobradores sean quienes gestionen y proporcionen el servicio, sin estar obligados a mantener estándares de calidad y atención al pasajero. En consecuencia, el servicio se reduce a una mera oportunidad de recolectar ingresos (basado en el número de pasajeros por kilómetro recorrido). Además, cada vehículo opera de manera aislada, sin vinculación con los resultados de otros vehículos de la misma empresa, y sin coordinación con otras rutas para ofrecer un servicio con procesos similares.
Nuestra solución probada es el desarrollo de artefactos (componentes tecnológicos), que permiten el gobierno del servicio de un transporte multimodal, integrado y centrado en atender a personas.

5. Metodología implementada por AEMUS

Solo la tecnología digital permite a tiempo real coordinar las actividades de las diferentes rutas, generando un sistema integrado de transporte centrado en atender personas. Por ello se evalúa la tecnología digital disponible, las emergentes y los procesos claves que dan valor al servicio, se opta por soluciones agnósticas (no propietarias), abiertas, interoperables, escalables, fáciles de acceder, de bajos costos, que por medio de interfaces de acceso a diferentes soluciones complejas de diferentes proveedores, debidamente validadas, se integren en una plataforma, con estándares de data y comunicación, permiten progresivamente y ágilmente promover soluciones mejoradas.

En nuestra investigación encontramos diferentes trampas que nos inducen al empleo de tecnología no válida para una buena solución: "*No todas las manzanas son iguales* "[Snapper 2018], consideramos que el concepto *Movilidad como servicio o Mobility as a Service (MaaS*), nos permite explicar bien nuestra propuesta, para lo cual elegimos el empleo de Medios de pago abierto con tarjetas sin contacto con método de *Account Based Ticketing (ABT*), son el tipo de tarjeta que utiliza un sistema de pago en el que los fondos y la información de la tarjeta se almacenan en una cuenta en línea en la

nube vinculada al usuario; Cuando un usuario utiliza una tarjeta sin contacto basada en ABT para pagar un servicio, el sistema verifica la cuenta en línea o fuera de línea (nuestro sistema hibrido graba el saldo en la tarjeta) para autorizar la transacción en tiempo real., todo lo cual da lugar a una creación de una plataforma Digital.

Iniciamos adquiriendo equipos, implementamos un piloto e interactuamos con el público. Con informacion del pasajero nos resultó más fácil implementar mejoraron proceso y accesos a la recarga virtual y venta de tarjetas, se alinea la operación en función a conocimiento de deseo de viaje de los pasajeros (data), se crearon App móviles, se capacitó mejor a los colaboradores (conductores, orientadores, personal operativo y pasajeros), se logra *CLIENTES*. Se revisa lo actuado y se mejora, alinea, define procesos, se capacita y aprendemos. Se suman tres empresas y "*UNIDOS SIN MIEDO AL ÉXIT*O creamos *AEMUS y TuTarjeta MOVILIZATE*"

6. Resultados de AEMUS:

Los resultados de nuestro proyecto:

Implementamos una plataforma digital que nos permita el gobierno del servicio y la integración de rutas, con estándares de movilidad y datos Integrar un servicio de cuatro rutas, con una tarjeta de uso en el transporte público *MOVILIZATE*, administrando la operación y los ingresos, que van a un fidecomiso, que al bancarizarse contribuyendo directamente en la formalización del sector y de sus colaboradores. Con el control del dinero la integración de servicios se hace sencillo.

Las capacitaciones se enfocan en recalcar el valor del servicio en satisfacer las necesidades de movilidad de las personas, buscando ofrecer una experiencia de viaje excepcional. La interacción con los usuarios nos permite mejorar continuamente. En este contexto, nuestros supervisores o cobradores evolucionan en su rol y se convierten en orientadores a bordo, encargados de vender y recargar las tarjetas. Por su parte, los conductores pasan a ser considerados como pilotos. Esta capacitación fomenta una cultura de servicio, promueve la solidaridad y la disposición a servir, y nos transforma en promotores de buenas prácticas. Este cambio implica una verdadera transformación en nuestro ADN organizacional.

Se ha establecido una sinergia entre las rutas, lo que ha permitido trabajar en la estandarización de procesos y buenas prácticas, consolidando así la marca *AEMUS*. Hemos logrado implementar pasajes con descuentos por uso de la tarjeta, por frecuencia de viajes, por interconexión, dando origen a la primera iniciativa privada de un sistema de transporte urbano interconectado. Además, hemos conformado un centro de operaciones que coordina las rutas integradas en *AEMUS*.

Hemos desarrollado y mejorado la aplicación 'Movilízate' (disponible en Play Store), la cual brinda a los clientes acceso a información en tiempo real sobre la llegada del bus, el saldo en la tarjeta y la posibilidad de anular la tarjeta. Si un cliente pierde su tarjeta, puede adquirir una nueva y recuperar su saldo. La aplicación incluye funcionalidades de venta y recarga, control de operaciones, y una sección especial para orientadores.

En el ámbito del marketing, hemos evolucionado desde el lanzamiento de nuestra primera tarjeta a una segunda versión, para finalmente alcanzar un consenso en promover la tarjeta 'Movilízate'. Tras ocho meses de esfuerzos, conseguimos implementar una pasarela de pago, alineando nuestro sistema con las certificaciones L1, L2 y L3 de VISA, líderes en estándares de seguridad para pasarelas de pago interbancarias. Así, hemos creado la primera pasarela de pagos abierta en el transporte urbano de Perú.

7. Conclusiones de AEMUS:

Hemos demostrado que la implementación de un sistema interoperable, basado en tecnología abierta, facilita de manera sencilla y ágil la integración multimodal de rutas. Esto constituye la base fundamental del Sistema Integrado de Transporte (SIT).

La creación de un fideicomiso con COFIDE, banco de fomento estatal, nos ha permitido mejorar nuestro acceso a créditos competitivos.

Invitamos a los operadores de transporte urbano del Perú a unirse al cambio a transformar el transporte de la ciudad.

8. Impactos del AEMUS en el transporte urbano

Tenemos instalando a diciembre del 2023, un total de 320 buses, en cuatro rutas, con una pasarela de pago que acepta tarjetas dedicas al transporte *Tú Tarjeta MOVILIZATE* y tarjetas bancarias EMV VISA y MASTERCARD (a partir del abril del 2024), iniciativa única en Perú y Sudamérica.

Hemos alcanzado la venta de 65,000 tarjetas sin contacto 'Movilízate, logrando una amplia aceptación entre los usuarios del sistema.

Facilitamos la formalización de las empresas de transporte a través del fideicomiso de ingresos, proporcionando acceso a crédito asequible y con tasas bajas. Esto ha

permitido la renovación de la flota con una matriz energética más limpia.

Hemos logrado transformar a nuestros usuarios en clientes leales y comprometidos.

9. Referencias Bibliográficas

Daniel Arias -Molinares Juan C. García -Palomares. The Ws of MaaS: Understanding mobility as a service fromaliterature review
https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2020.02.001

ADAM FARENDEN TERRY LEE-WILLIAMS , The Future of Mobility and MaaS Governance and Orchestration https://www.arup.com/perspectives/publications/promotional-materials/section/the-future-of-mobility-and-maas

Cisterna Carolina , Negarsadat Madani2, Claudia Bandiera1, Francesco Viti1 and Mario Cools2,3,4, MaaS modelling: a review of factors, customers' profiles, choices and business models, EuropeanTransport,, research Review 2023, https://etrr.springeropen.com/articles/10.1186/s12544-023-00597-y

SISTEMAS ENERGETICOS DE FLOTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO. EVALUACIÓN DE IMPACTOS. APLICACIÓN AL CASO DE SANTO DOMINGO.

Maximiliano Roca
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, AC&A. Buenos Aires, Argentina.
mroca@acyaglobal.com

Miguel Uranga
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, AC&A. Buenos Aires, Argentina.
muranga@acyaglobal.com

RESUMEN

La electrificación vehicular ha sido una gran revolución para los sistemas de movilidad urbana en los países desarrollados, pero aun es incipiente en los países en vías de desarrollo. Si bien este cambio puede presentarse como un sistema atractivo para los nuevos programas de movilidad urbana sostenible y de bajas emisiones, las fuentes energéticas, los sistemas de transporte publico automotor y el estado de sus flotas y las matrices energéticas de cada país, ameritan realizar un análisis comparativo entre las distintas alternativas de motorización y evaluar los distintos impactos ambientales, económicos o fiscales para sus economías. Este ensayo se desprende de un estudio encomendado por el Banco Centroamericano de Integración Económica a este equipo, donde se analizaron las matrices energéticas, los sistemas de transporte público, la antigüedad y el estado de las flotas vehiculares, entre otros, de países de la región y se determinaron los impactos económicos de migrar hacia flotas de: i) propulsión eléctrica, ii) de propulsión a Gas Licuado de Petróleo y iii) de la introducción de estándares de emisiones Euro VI. Se busca así profundizar y actualizar el análisis, considerando del estado actual de los corredores de transporte público en Santo Domingo y de los proyectos del INTRANT en este sector para las próximas décadas, a fin de identificar los retornos económicos positivos en las inversiones realizadas para motorizaciones de bajas emisiones y sus oportunidades de mejora.

1. Introducción

Este ensayo se estructura en dos capítulos. El primero orientado a presentar resumidamente la situación actual del sistema de transporte en Santo Domingo con sus distintas iniciativas, la situación de la matriz energética y los combustibles utilizados en el transporte y los resultados obtenidos para el Análisis Costo-Beneficio (ACB) de la comparativa de distintas alternativas tecnológicas para la flota de República Dominicana; y una segunda parte orientada a analizar los impactos de las emisiones actuales y la variación ante el avance de los distintos proyectos, ejecutados como los planificados, con distintas alternativas de motorización.

2. Panorama del transporte y la energía en Santo Domingo.

2.1. Contexto de la planificación del transporte en Santo Domingo

La iniciativa internacional MobiliseYourCity (MYC), nace como una colaboración múltiple lanzada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de Paris en el año 2015, por los Gobiernos de Francia y Alemania y tiene por objeto brindar apoyo a nivel mundial sobre planificación de movilidad urbana sostenible a los gobiernos nacionales y locales de países emergentes y en desarrollo. En el caso de Santo Domingo, junto a esta iniciativa, se marcó un hito en el año 2019 con la presentación del Plan de Movilidad Urbano Sostenible (PMUS) para el Gran Santo Domingo (GSD).

De acuerdo con este PMUS, la mejora en la movilidad implica reformar la infraestructura de servicios en todas sus escalas y modalidades, presentando un programa de inversión sobre la red de transporte del Área Metropolitana de Santo Domingo, con un enfoque centrado en la mejora y ampliación de los servicios de transporte y mejoras en la infraestructura urbana.

A partir de la presentación del PMUS, el Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre (INTRANT), ente rector en la planificación del transporte a nivel nacional, se encuentra llevando adelante el Apoyo a la Implementación del PMUS, -AIPMUS- con proyectos de transporte público, sistemas de bicicletas públicas, infraestructura vial, transporte de cargas, entre otros.

2.2. Avances con proyectos de transporte público

En cuanto al transporte público, el Informe N°1 del Proyecto 1.1 del AIPMUS, orientado al "Diseño conceptual de la red de transporte masivo y del SITP del Gran Santo Domingo y formación de equipo de modelación del INTRANT" realiza una

caracterización de la oferta actual, entre las que se destaca para este ensayo la red de la Oficina Metropolitana de Servicios de Autobuses (OMSA) y los corredores privados. La OMSA fue creada mediante decreto en 1997 como consecuencia de la modernización del sistema de transporte de Santo Domingo y ofrece una red de 9 corredores con frecuencias de servicios promedio de 10 min y una demanda diaria al 2022 de 70 mil pasajeros diarios para día medio laborable.

En los últimos años se ha avanzado en la privatización de tres corredores de transporte público que anteriormente disponían de servicios de transporte informal en automóvil, conocidos en República Dominicana como "conchos", que son vehículos tipo taxi con capacidad máxima determinada por ley, para cuatro personas, aunque en general, se transportan hasta seis pasajeros. Según el PMUS, para el año 2018 la antigüedad media de la flota de conchos era de 22 años. Cada corredor privado, originado por la reestructuración de las rutas de concho, se define como:

- Corredor Núñez de Cáceres: operativo desde febrero de 2021 con un itinerario entre el km9 de la Au. Duarte y Centro de los Héroes, de 10 km de longitud.

- Los corredores Charles de Gaulle y Winston Churchill, gestionados por el mismo operador y de implementación más reciente. El primero desde la Au. De las Américas hasta la estación de metro Mama Tingó (14 km) y el segundo desde Winston Churchill hasta la carretera La Isabela/Av. Kennedy (12 km).

Actualmente, según datos de los operadores de abril de 2022, la demanda de estos corredores privatizados asciende a 50.000 viajeros en día medio laborable, con un 12,4% de viajeros en la hora punta (7:00- 8:00 h).

En resumen, el transporte público formal por autobús, atiende una demanda diaria de unos 120.000 pasajeros por día aproximadamente que, tomando la estimación del PMUS sobre la cantidad de viajes diarios del GSD (unos 3 millones en 2019), este valor representa el 4% de los viajes diarios (y 5% de los viajes motorizados).

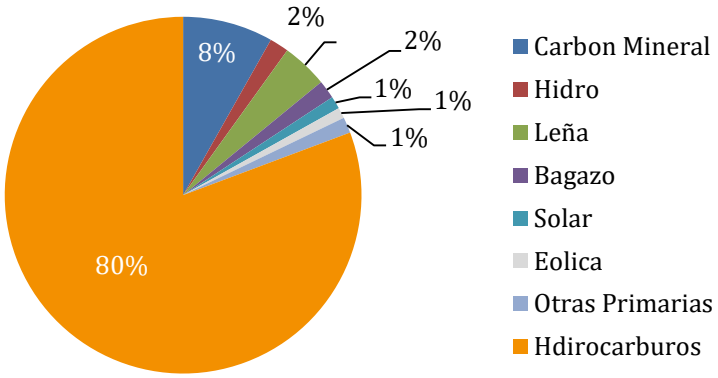
2.3. Planes de expansión del transporte público

El citado Proyecto AIPMUS 1.1 presenta una red de transporte público como parte de un Sistema Integrado de Transporte Público (SITP), que considera propuestas de ampliación del Metro, de corredores estructurantes de alta capacidad, líneas de teleférico y la redefinición de corredores de buses existentes, proyectando atender a casi 2 millones de pasajeros diarios a partir del año 2027.

2.4. Energía y combustibles

Según el BEN (2018) más de un 87% de la energía eléctrica proviene de fuentes no renovables, por lo que una evaluación económica por la reducción de emisiones ante la incorporación de vehículos eléctricos debería considerar las emisiones generadas por la producción de dicha energía. El siguiente grafico incluye la sumatoria de la energía primaria y secundaria según su origen, donde para el segundo grupo no se considera la generación de energía eléctrica dado que se obtiene a partir del primero.

Gráfico 1: Origen de la oferta interna total de energía en República Dominicana



Fuente: Elaboración propia en base a BEN 2018 República Dominicana

En cuanto a la demanda, el sector transporte representa un tercio de la demanda de hidrocarburos con uso energético y dada la importancia de las emisiones de GEI del y la participación del transporte privado de pasajeros dentro del mismo, se entiende necesario analizar estos impactos desde las iniciativas sobre el cambio modal hasta la incorporación de distintas alternativas tecnológicas.

2.5. Sistemas energéticos para flotas de transporte público en República Dominicana

El Estudio para el desarrollo del Programa de movilidad urbana sostenible del BCIE en Centroamérica y República Dominicana elaborado por AC&A (2021), tuvo por objeto revisar las condiciones habilitantes para la implementación de flotas de bajas emisiones en países de Centroamérica y la República Dominicana. Para cada uno, y la República Dominicana en particular, se analizaron las flotas vehiculares y su motorización, las proyecciones de electrificación vehicular, los sistemas de transporte público y sus planes y proyectos para cambio modal y, finalmente, las posible alterativas tecnológicas para flotas de menores emisiones. A partir de este análisis se elaboró una planilla de análisis costo beneficio (ACB) para evaluar distintas las alternativas tecnológicas de cada país, definiéndose la Alternativa 0 como el Business as Usual (BAU) y las siguientes situaciones con proyecto:

- Alternativa 1: Cambio a norma Euro 6
- Alternativa 2: Cambio a combustibles gaseosos. Gas Licuado de Petróleo (GLP)
- Alternativa 3: Cambio a electrificación vehicular

Como resultado se obtuvo que, para un escenario a 20 años en la República Dominicana, que las alternativas con mayor rentabilidad y ratio beneficio costo son la migración a normas Euro 6 y a combustibles gaseosos (GLP) y que en tercer lugar se encuentra la electrificación vehicular como alternativa viable, aunque con menor performance de los indicadores de TIR y Ratio B/C.

Tabla 8. Resultados ACB para alternativas tecnológicas en República Dominicana

CBA	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
BENEFICIOS				
Ahorro por reducción de emisiones contaminantes				
Por Reducción Emisiones CO2eq		**167.093.953**	**1.246.235.325**	**1.732.988.177**
Por Mejora Calidad de Aire Nox		**66.197.577**	**221.879.822**	**893.903.582**
Por Mejora Calidad de Aire MP		**34.229.140.616**	**103.781.035.896**	**266.729.007.963**
Ahorros de costos de operación vehicular		**5.961.239.947**	**7.742.502.092**	**78.227.863.745**
VALOR PRESENTE BENEFICIOS	**-**	**40.423.672.093**	**89.806.710.527**	**346.582.489.368**
COSTOS				
CAPEX	**(14.905.994.306)**	**(846.386.846)**	**(432.862.939)**	**(45.210.811.854)**
Autos	(8.955.957.023)	(476.500.277)	(347.502.683)	(8.228.849.810)
Buses	(1.753.562)	(22.920.119)	(79.536.083)	(34.462.881.153)
Camiones	(336.787.656)	(24.824.410)	-	(1.667.570.537)
CARGA LIVIANA	(1.917.701.128)	(28.182)	-	4.663.839.173
Motos	(3.580.379.797)	(322.113.858)	-	(5.515.349.527)
TAXIS	-	-	(5.824.172)	-
OPEX	**(28.620.409.965)**	**-**	**-**	**-**
VALOR PRESENTE COSTOS	**(43.526.404.270)**	**(846.386.846)**	**(432.862.939)**	**(45.210.811.854)**
VAN	(42.232.179.605)	39.577.285.246	89.373.847.588	302.372.951.613
TIR		455,4%	#¡NUM!	69%
Ratio Beneficio Costo		47,8	207,5	7,7

Fuente: AC&A (2021)

3. Desarrollo y Análisis

El objeto de estudio de este ensayo está basado en 2 secciones:

1) Realizar una evaluación ex-post del impacto sobre la privatización de los 3 corredores privados que actualmente operan en el GSD.

2) Realizar una evaluación futura sobre distintas alternativas tecnológicas para los corredores estructurantes definidos en el Proyecto AIPMUS 1.1

Para ambas evaluaciones se recopiló información presentada en los diversos informes del Proyecto AIPMUS 1.1 (2023); de la Evaluación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero para el sector de transporte dominicano, elaborado por Espinosa y

Pacheco (2022); del Estudio para el desarrollo del Programa de movilidad urbana sostenible del BCIE en Centroamérica y República Dominicana (AC&A, 2021) y del uso de la Calculadora de Emisiones MYC, como herramienta creada para estimar el inventario de emisiones de República Dominicana, desarrollando una línea base y un escenario de mitigación en función de las medidas de mitigación de la NDC del país (2018). Para cada caso se realiza un cálculo paso a paso con los distintos supuestos hasta alcanzar los resultados finales.

3.1. Evaluación ex-post corredores privados

Este primer caso analiza el impacto de emisiones obtenido del cambio modal de viajes en carros concho a viajes en autobuses de los operadores privados. Por falta de datos sobre los viajes en carros concho, previo a la privatización del corredor, se adoptan los valores de demanda del año 2022 y se analiza el escenario en carro concho sin autobuses. Este se trata de un escenario conservador ya que, al no existir otra oferta de modos formales, los viajes que no se hayan realizado en carro concho, previo a la oferta de autobuses, se supone fueron realizados en automóvil particular, con una evidente menor tasa de ocupación.

La estimación de emisiones para cada modo, parte del análisis individual de cada sistema. En cuanto a los autobuses privados se calculan los veh-km a partir de las frecuencias reportadas y la longitud de corredor. En cuanto a los carros conchos, ante la falta de datos de frecuencias, se estiman los veh-km a partir de la demanda de los corredores y la ocupación media de los conchos.

Mediante el uso de ambos datos, considerando los parámetros de la calculadora de emisiones de MYC, para los automóviles con motorización a gasolina y para los autobuses con motorización diésel, los rendimientos de combustible cada 100 km y los factores de emisión de cada combustible, se obtiene finalmente las emisiones en toneladas de CO_2eq para cada modo.

Los factores de emisión aquí utilizados corresponden a “tanque a rueda” o TTW por sus sigla en inglés, que es utilizado para describir las emisiones de GEI por un vehículo desde el momento en que la energía sale del tanque de combustible hasta que se utiliza para propulsar el vehículo y finalmente se emiten a través del escape o el sistema de escape.

Tabla 9. Análisis emisiones corredores privados

Corredores autobuses privados	Núñez de Cáceres	Winston Churchill	Charles de Gaulle	Fuente
Longitud corredor (km)	10	12	14	AIPMUS 1.1 Informe 1
Intervalo HP (min)	4	4	4	AIPMUS 1.1 Informe 1
Frecuencia HP	15	15	15	
Intervalo HNP (min)	10	10	10	AIPMUS 1.1 Informe 1
Frecuencia HNP	6	6	6	
Horas Pico / No Pico	8 / 12			Supuesto
Demanda diaria (pax)	9.315	23.111	17.527	AIPMUS 1.1 Informe 1
Demanda HP (%)	12%			AIPMUS 1.1 Informe 1
Demanda HP (pax)	1.155	2.866	2.173	AIPMUS 1.1 Informe 1
Veh-km buses x día	3.840	4.608	5.376	
Veh-km buses x año (millones)	1,11	1,34	1,56	
Servicio carro concho				
Ocupación Concho (pax/veh)	3,1			Espinosa y Pacheco
Carros conchos - operación diaria	3.005	7.455	5.654	
Veh-km conchos x día	30.048	89.462	79.154	
Veh-km conchos x año (millones)	8,71	25,94	22,95	
Consumo y emisiones				
Rendimiento Gasolina (lt/100km) - Concho	9,7			Espinosa y Pacheco
Rendimiento Diesel (lt/100 km) - Autobús	23			Espinosa y Pacheco
Consumo energía - Gasolina Concho	28	83	73	
Consumo energía - Diesel Autobús	9	11	13	
Factor de emisión (kg/TJ) - Gasolina	71.079			MYC - TTW
Factor de emisión (kg/TJ) - Diesel	75.360			MYC - TTW
Emisión CO2eq ton TTW - Concho	1.971	5.867	5.191	
Emisión CO2eq ton TTW - Autobús	661	793	925	
Resultado				
Emisiones Carros Concho	**13.029**			**CO2eq ton TTW**
Emisiones Autobuses	**2.379**			**CO2eq ton TTW**

Se obtiene como resultado que, anualmente, los 3 corredores representan una reducción de 10.650 toneladas de CO_2eq anuales frente a la misma operación por carros concho. En función de la literatura recopilada el costo económico de la tonelada de CO2 eq, se estima irá aumentando alcanzando niveles de entre 50 y 100 dólares por tonelada hacia 2030 (Comisión Stern/Stiglitz sobre los Precios del Carbono, 2017), por lo que se puede aproximar que los 3 corredores ya privatizaron ofrecieron ahorros económicos a la sociedad en concepto de emisiones por un valor aproximado de USD 532.500 durante el año 2022.

3.2. Evaluación rutas formales del SITP propuesto

El SITP que está actualmente planificando el INTRANT se trata de una red de transporte compuesta por líneas de metro, teleférico, y buses, considerando en estos últimos a corredores estructurantes y a corredores convencionales. Para este análisis expeditivo,

se analizaron las frecuencias, demanda y flota de los nuevos corredores de buses con el objeto de analizar, al igual que el caso anterior, el impacto de la reducción de emisiones por el cambio modal al SITP, para evaluar mediante un ACB, las más convenientes para la sociedad. De este análisis se ha exceptuado la motorización eléctrica por los considerandos antes mencionados respecto a la situación actual de la matriz energética dominicana y por su desempeño relativo a las demás alternativas en un análisis global sobre toda la flota de la República Dominicana (AC&A, 2021).

Figura 7. Propuesta de red SITP año 2027

Fuente: INTRANT. Proyecto AIPMUS 1.1

La siguiente tabla presenta, a partir de los datos obtenidos del Proyecto AIPMUS 1.1 – Informe 3, la estimación de emisiones con distintos tipos de motorización de autobuses convencionales, para los corredores de autobús planificados para el año 2027. Al igual que el caso anterior, a fin de evaluar los impactos de las distintas alternativas tecnológicas, se estiman las emisiones para los carro concho, como un escenario Sin Proyecto. Se utilizan para el mismo las fuentes ya citadas.

Se obtiene para esta evaluación que anualmente habría una reducción de al menos 54 mil toneladas de CO2eq, que surge del análisis de motorización de autobuses Diésel, con un máximo de 58 mil toneladas para los motores a GLP y un valor medio de 57 mil toneladas para los autobuses híbridos.

Tabla 10. Análisis emisiones nuevos corredores de autobús

Corredor	Ortega / M. Gómez	L. de Vega / Tirandentes	Luperón	Isabel Aguiar	Jacobo Mailuta	25 de Febrero	San Isidro	Pantoja	Los Girasoles	Pedro Brand
Corredores Formales SITP										
Longitud corredor (km)	5,3	4,9	8	6,8	15,7	8,1	12,1	3,6	2,7	11,4
Intervalo HP (min)	2,5	2	6	2	3	7	3,5	3	7	2,5
Frecuencia HP	24	30	10	30	20	9	17	20	9	24
Intervalo HNP (min)	5	4	7	4	6	7	7	6	7	5
Frecuencia HNP	12	15	9	15	10	9	9	10	9	12
Horas Pico					8					
Horas No Pico					12					
Demanda HP (pax)	7.723	6.016	1.698	7.306	6.057	615	2.497	1.746	461	2.772
Veh-km buses x día	3.562	4.116	2.926	5.712	8.792	2.777	5.808	2.016	926	7.661
Veh-km buses x año (millones)	1,03	1,19	0,85	1,66	2,55	0,81	1,68	0,58	0,27	2,22
Sin SITP - Servicio carro concho										
Ocupación Concho (pax/veh)					3,1					
Carros conchos - operación diaria	20.761	16.172	4.565	19.640	16.282	1.653	6.712	4.694	1.239	7.452
Veh-km conchos x día	110.032	79.243	36.516	133.551	255.631	13.391	81.220	16.897	3.346	84.948
Veh-km conchos x año (millones)	31,91	22,98	10,59	38,73	74,13	3,88	23,55	4,90	0,97	24,64

Consumo y emisiones	Concho	Autobús Híbrido	Autobús Diesel	Autobús GLP
Veh-km Anuales	236,3	12,8	12,8	12,8
Rendimiento Gasolina (lt/100km)	9,7	17,9	23	23
Consumo energía	752	75	107	73
Factor de emisión (kg/TJ)	85.199	85.199	91.369	72.692
Emisión CO2eq ton WTW	64.050	6.426	9.799	5.305

Reducción de GEI cambio modal	CO2eq ton WTW
Autobuses híbridos	**57.624**
Autobuses diesel	**54.250**
Autobuses GLP	**58.745**

Del Informe 3 (AIPMUS 1.1) también se desprende que la flota necesaria para la formalización de estos corredores, será de 276 buses con un 10% de flota de reserva, obteniendo un valor final de 304 autobuses; y que la tasa de crecimiento es de 1,9%.
Como parte de la elaboración del Programa de movilidad urbana sostenible del BCIE en Centroamérica y República Dominicana el equipo de AC&A, desarrollo una planilla de ACB para evaluar los impactos en los distintos sistemas de motorización para cada país y alternativa tecnológica estudiada. Para replicar el análisis ante estos escenarios, se adoptaron los mismos datos respecto a los costos de operación de "taxis" en y de la adquisición de autobuses Diésel, Híbridos y a GLP República Dominicana, conforme a la información recopilada oportunamente. En todos los casos, los valores se encuentran expresados a valores sociales.

Tabla 11. Datos de operación y adquisición de taxis y autobuses

OPEX	USD/km	CAPEX	USD
Conchos	0,08	Bus Diésel	140.000
Bus Diésel	0,78	Bus Hibrido	141.500
Bus Hibrido	0,75	Bus GLP	149.365
Bus GLP	0,53		

Fuente: AC&A, 2021

A partir de los datos obtenidos para el año 2027, con un escenario de análisis a 12 años (como vida útil media de las unidades adquiridas), la tasa de crecimiento definida y una tasa de descuento social del 7%, replicando el ACB elaborado por AC&A (2021), se obtiene para cada alternativa de motorización los siguientes indicadores:

Tabla 12. Análisis costo beneficio de alternativas de motorización

ACB	Autobuses Diésel	Autobuses Híbridos	Autobuses GLP
BENEFICIOS			
Ahorro por reducción de emisiones CO2eq	47.348	50.292	51.270
Ahorro por reducción de costos de operación	75.190	78.541	103.071
VALOR PRESENTE BENEFICIOS	**122.538**	**128.833**	**154.341**
COSTOS			
CAPEX	(39.723)	(40.149)	(42.381)
OPEX	(87.126)	(83.775)	(59.245)
VALOR PRESENTE COSTOS	**(126.849)**	**(123.924)**	**(101.626)**
VAN	**(4.311)**	**4.910**	**52.715**
TIR	**5%**	**9%**	**30%**
Ratio Beneficio-Costo	**0,97**	**1,04**	**1,52**

4. Conclusiones

Este ensayo busca aportar valor agregado a los esfuerzos que se están llevando adelante en la región en cuanto a la formalización del transporte público y a la reducción de emisiones de GEI mediante el uso de tecnologías de bajas emisiones.

En el caso de Santo Domingo, las autoridades nacionales y la banca multilateral están plasmando tales esfuerzos con planes y programas concretos que en este ensayo fueron integrados mediante un ACB expeditivo a partir de información disponible.

Como resultados obtenidos se puede aproximar a que la utilización de autobuses con motorización alimentados por GLP o híbridos, traerá beneficios positivos para la sociedad, para su implementación en todos los nuevos corredores de autobús (no estructurantes) definidos en el SITP, siendo también las alternativas que menores emisiones generan al medioambiente.

Ante una posible dificultad de acceder a una flota de más de 300 autobuses en un plazo de 3 años (2024-2027) híbridos o a GLP, también será posible implementar autobuses diésel en aquellas rutas de mayor demanda donde el ACB frente a los carros concho tenderá a arrojar resultados positivos, al no verse penalizado la propuesta del SITP por una demanda regular necesaria, con intervalos máximos de 7 min), frente a una oferta informal irregular.
Como dato destacable en términos medioambientales, la formalización de estos corredores de autobús, a partir del 2027 reducirán anualmente la emisión de 54 mil

toneladas de CO2eq, con un valor presente de tales beneficios (en 2027) de 47 millones de USD para el horizonte de análisis, para los autobuses diésel, de 50 millones de USD para los híbridos y de 51 millones de USD para el GLP.

5. Referencias Bibliográficas

AC&A. (2021). Estudio para el desarrollo del programa de movilidad urbana sostenible del BCIE en Centroamérica y República Dominicana. Informe Fase 2. BCIE.

BEN (2018). Balance Energético Nacional de República Dominicana.

Espinosa, M. & Pacheco, J. (2022). Evaluación de las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector de transporte dominicano. GIZ.

Mobilise your city. (2018). Calculadora de emisiones. https://www.mobiliseyourcity.net/es/calculadora-de-emisiones-de-mobiliseyourcity.

SYSTRA. (2019). Plan de Movilidad Urbana del Gran Santo Domingo. INTRANT. Mobilise your City.

TRN-TARYET (2022). Diseño conceptual de la red de transporte masivo y del SITP del Gran Santo Domingo y formación de equipo de modelación del INTRANT. Informe 1. INTRANT

TRN-TARYET (2022). Diseño conceptual de la red de transporte masivo y del SITP del Gran Santo Domingo y formación de equipo de modelación del INTRANT. Informe 2. INTRANT

TRN-TARYET (2023). Diseño conceptual de la red de transporte masivo y del SITP del Gran Santo Domingo y formación de equipo de modelación del INTRANT. Informe 3. INTRANT

ÁREAS TEMÁTICAS

MOVILIDAD ACTIVA Y MODALIDADES ALTERNATIVAS (A PIE, BICICLETAS, MOTOS, MOTOTAXIS, METROCABLES Y OTROS)

ACCESIBILIDAD A LAS CICLOVÍAS RECREATIVAS DE MANIZALES (COLOMBIA) Y EQUIDAD ESPACIAL

Santiago Díaz Ruiz
Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Manizales, Caldas, Colombia. sdiazru@unal.edu.co.

Juan E. Aristizábal
Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Manizales, Caldas, Colombia.
jaristizabals@unal.edu.co.

Diego A. Escobar
Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Manizales, Caldas, Colombia.
daescobarga@unal.edu.co.

RESUMEN

Las ciclovías recreativas consisten en iniciativas municipales en las cuales se restringe, durante un período determinado de tiempo, el paso de vehículos en calles donde usualmente realizan su tránsito y se utilizan para realizar actividades de recreación, bienestar y deporte por parte de los residentes. Estas actividades, conocidas comúnmente como *Open Street Iniciatives (iniciativas de calles abiertas)* se realizan en busca del bienestar de sus habitantes logrado por las actividades de recreación y esparcimiento que las familias logran tener al poseer este amplio espacio para su uso y disfrute. Esta investigación estudia la ubicación geográfica de estas ciclovías en la ciudad de Manizales, analiza la cobertura de estas a partir de parámetros como distancias y tiempos de viaje, con respecto a los distintos estratos socioeconómicos. Dentro de los resultados obtenidos se destaca que su ubicación no posibilita el acceso equitativo a los habitantes de los diferentes estratos socioeconómicos. Finalmente, a partir de este estudio se propone la ampliación de las ciclovías dominicales para así reducir la inequidad en el acceso a este espacio de recreación.

1. Introducción

El sedentarismo, entendido como la falta de actividad física y sus efectos negativos para la salud, es un estilo de vida que afecta al 39% de la población en Latinoamérica, convirtiéndola en la región con la prevalencia de sedentarismo más alta a nivel mundial (Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobl) y Universidad Estatal de Colorado, 2023). Lo anterior, sumado a la condición de tener el 81% de la población viviendo en las ciudades y urbes, genera conflictos en materia de salud de las personas (Uribe Sarmiento, 2020) y, a su vez, de movilidad. Estos han sido atendidos, de manera masiva, con la implementación de políticas públicas enfocadas en el ámbito del transporte y la movilidad urbana sostenible (Montero, 2017).

Se ha comprobado, en algunas de las ciudades donde se adelantan estos programas de promoción de movilidad y recreación, que se presentan inequidades en el acceso a estas iniciativas de calles abiertas (Parra, et al., 2021), siendo esto un generador de brechas entre las personas con diferentes condiciones socioeconómicas.

En el presente trabajo se emplea el estudio de la accesibilidad geográfica para evaluar las condiciones actuales de cobertura y equidad espacial de las ciclovías recreativas para el uso y disfrute de los habitantes de Manizales; como resultado, se presenta la propuesta de ampliación y distribución de estos espacios con el fin de: i) ampliar la cobertura; ii) reducir la inequidad espacial; iii) promover estilos de vida saludables; iv) incentivar cambios modales hacia medios más sostenibles y velar por la proximidad de acceso a los servicios bajo el concepto de la ciudad de los 15 minutos (Aristizábal, et al., 2023).

La metodología será aplicada en Manizales (Colombia), ciudad intermedia de 465.000 habitantes, ubicada a 2.150 m.s.n.m. en la Cordillera Central. Esta ciudad, caracterizada por tener un alto uso de la caminata como modo de transporte, cuenta con un sistema de transporte público compuesto por 83 rutas de Transporte Colectivo, 2 líneas de cable aéreo en funcionamiento y una tercera línea en construcción, y un sistema de bicicletas con estaciones ubicadas en el eje ecuatorial de esta. Cuenta con los 6 estratos socioeconómicos (SES) presentes en territorio colombiano, los cuales representan las condiciones socioeconómicas de los hogares siendo 1 el nivel más bajo y 6 el nivel más alto.

2. Metodología

2.1. Accesibilidad integral actual hacia las ciclovías recreativas

Mediante la revisión, actualización y utilización de la red peatonal de Manizales (Escobar, et al., 2022) se procede a aplicar el modelo de accesibilidad integral (Shen, 2002) hacia los equipamientos de interés, siendo en este caso la red actual de ciclovías recreativas, procediendo a calcular el vector de tiempos de viaje desde todos los nodos de la red peatonal hacia los nodos de la red de ciclovías recreativas.

Para la obtención de este vector se utiliza el algoritmo de múltiples caminos (Multiple Paths) presente en el software TransCAD, calculando así la menor impedancia (Dijkstra, 1959) y generando una matriz, la cual utiliza las longitudes de los arcos, relacionándose con la velocidad peatonal promedio de operación de cada arco. Lo anterior permite obtener una matriz de tiempos mínimos promedios de viaje, en la cual se obtiene el mínimo tiempo de viaje desde todos los nodos de origen (red peatonal) hasta todos los nodos de destino (red actual de ciclovías), priorizando así la ruta que posea el menor tiempo de viaje (Xu, et al., 2007) obtenido mediante la ecuación (1) el vector de tiempos de viaje (Tv_i), en donde tv_{ij} representa el tiempo de viaje entre los nodos de origen (i) y los nodos de destino (j).

$$\overline{Tv_i} = \frac{\sum_{j=1}^{n} tv_{ij}}{n-1} \qquad i = 1,2,3,\dots,n \qquad j = 1,2,3,\dots,n \tag{1}$$

Teniendo el vector Tv_i, se procede a utilizar el software ArcGIS para la realización del análisis geoestadístico mediante interpolación bajo el método Kriging ordinario con semivariograma lineal; esto permite, a partir de los valores obtenidos para los puntos conocidos, extender la predicción del tiempo de viaje desde la extensión de la zona de estudio (Manizales) hacia su red de ciclovía recreativa más cercana y de esta forma, se obtiene el mapa de curvas isócronas que representa los tiempos de viaje anteriormente descritos. Se considera que un tiempo de viaje menor o igual a 15 minutos desde el nodo de origen a la red de ciclovías recreativas representa una accesibilidad adecuada a dicho espacio (Aristizábal, et al., 2023).

2.2. Cobertura poblacional actual de las ciclovías recreativas

Posterior a la obtención de Tv_i y las curvas isócronas, se procede a obtener la cobertura de la red actual de ciclovías recreativas en los diferentes estratos socioeconómicos (SES) de Manizales. Esta se obtiene gráficamente mediante el tiempo de viaje mínimo, (en el eje de las abscisas) con la cobertura poblacional acumulada (en el eje de las

ordenadas). Se busca así establecer si existen condiciones de inequidad en la distribución espacial de las ciclovías recreativas, basado en las condiciones socioeconómicas de las personas (Parra, et al., 2021). La información poblacional fue obtenida mediante el Marco Geoestadístico Nacional (Departamento Nacional de Estadística - DANE, 2018) (Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, 2023).

2.3. Accesibilidad integral futura hacia las ciclovías recreativas

Posteriormente se propone realizar una ampliación de las ciclovías dominicales, extendiendo sus trayectos actuales e implementando nuevos trayectos en zonas no contempladas actualmente. Lo anterior se hace con el ánimo de ampliar la cobertura a este equipamiento y permitir a más personas poder acceder a ellas en un tiempo de viaje inferior a los 15 minutos y así promover el bienestar humano, a corto, mediano y largo plazo, mediante la actividad física, la mejora de la salud mental y el uso de medios de transporte sostenibles (Aristizábal, et al., 2023).

Esta propuesta de ampliación se realiza en armonía con la ciclo-infraestructura propuesta en el Plan de Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Manizales, 2017) y el Plan Maestro de Movilidad (Alcaldía de Manizales, 2017), con los cuales se contempla llegar a un total de 109 kilómetros de ciclo-infraestructura. Se contempla la ubicación de nuevas ciclovías recreativas en tramos comprendidos por la ciclo-infraestructura propuesta para el municipio, para lograr la reducción de la inequidad social existente en el acceso a estos espacios (Parra, et al., 2021).

Se procede a calcular los tiempos de viaje mínimos con el escenario futuro propuesto en un proceso análogo al descrito en la primera etapa de la metodología (cálculo de accesibilidad integral actual hacia las ciclovías recreativas), obteniendo el vector de tiempos de viaje Tv_i para la condición futura. Se realiza el proceso de interpolación para, finalmente, obtener las isócronas que representan los tiempos de viaje futuros hacia las ciclovías recreativas.

2.4. Cobertura poblacional futura de las ciclovías recreativas

Finalmente, en un proceso análogo al descrito en la segunda etapa de la metodología (cobertura poblacional actual de las ciclovías recreativas de acuerdo con el estrato socioeconómico de la población) se realiza el cálculo de la cobertura poblacional para el escenario futuro. Se espera lograr un aumento significativo de la cobertura de las

ciclovías recreativas, traducido en la reducción de los tiempos de viaje hacia las mismas y una menor diferencia de acceso entre los estratos socioeconómicos.

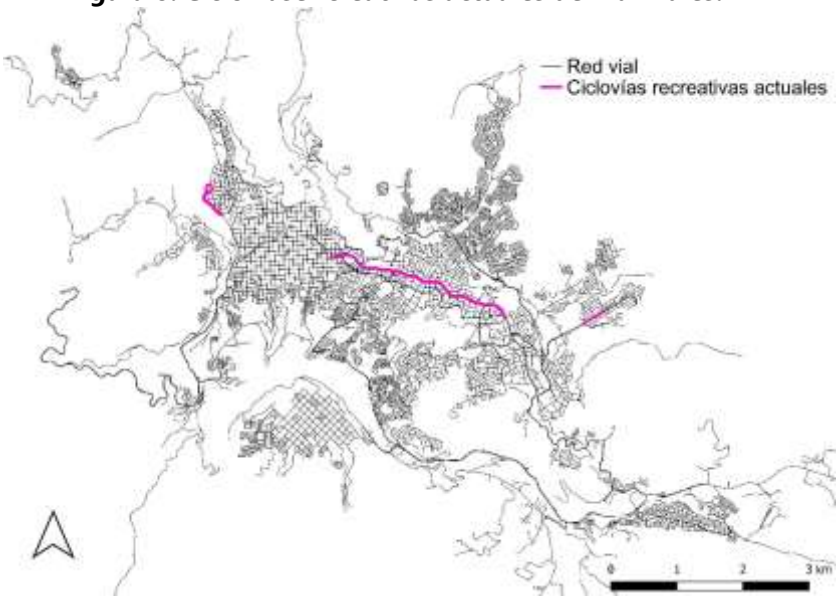
3. Resultados y discusión

A continuación, se muestran los resultados de la aplicación de las cuatro etapas de la metodología y la discusión de sus resultados.

3.1. Accesibilidad integral actual hacia las ciclovías recreativas

En la Figura 8 se presenta la red vial de Manizales y la red actual de ciclovías recreativas. Aunque la existencia de estos espacios de recreación y movilidad activa representa un alto grado de importancia en el municipio, su distribución evidencia poco aprovechamiento de la infraestructura vial existente y falta de las mismas en los sectores Sur y Norte de la ciudad.

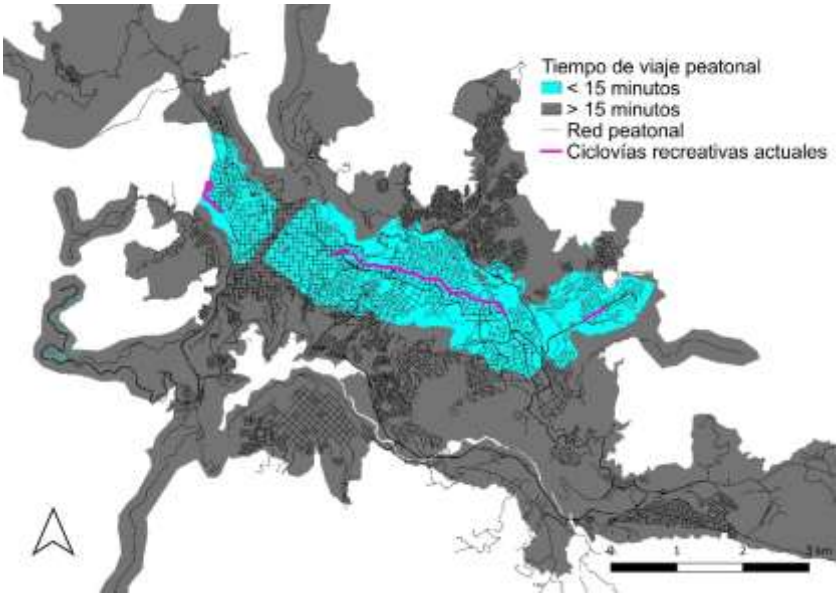
Figura 8. Ciclovíase rcreativas actuales de Manizales.



En la Figura 9 se presentan los resultados de la accesibilidad integral hacia las ciclovías recreativas actuales del municipio. Como se menciona anteriormente, la zona ecuatorial de la ciudad accede, a través de la caminata con tiempos iguales o inferiores a los 15 minutos, a los espacios actualmente destinados para este fin. Por el contrario, el acceso desde los barrios ubicados en los extremos Norte, Sur y Oriente de la ciudad, sumado a las zonas veredales, representa desplazamientos en

modo caminatas superiores a los 15 minutos, los cuales limitan a sus habitantes para el disfrute de estos espacios.

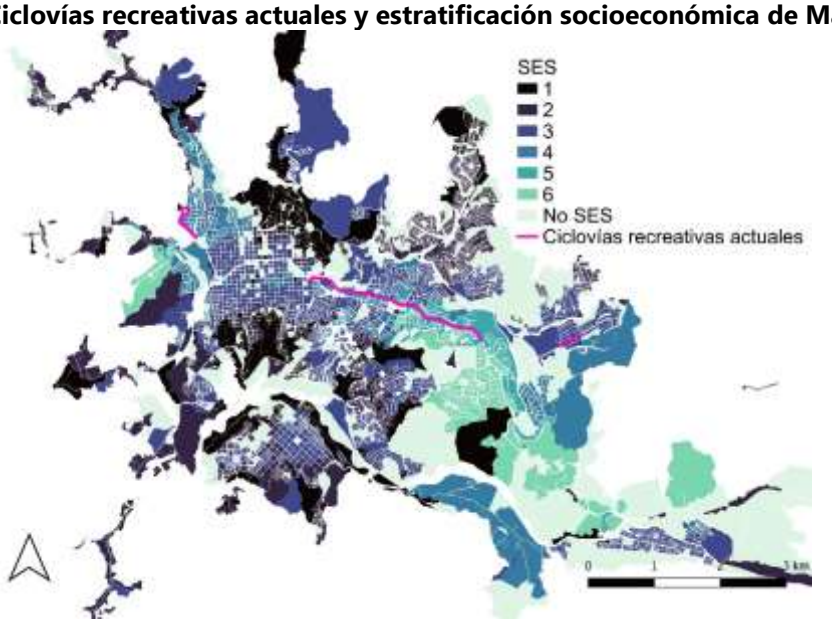
Figura 9. Accesibilidad integral actual hacia las ciclovías recreativas de Manizales.



3.2. Cobertura poblacional actual de las ciclovías recreativas

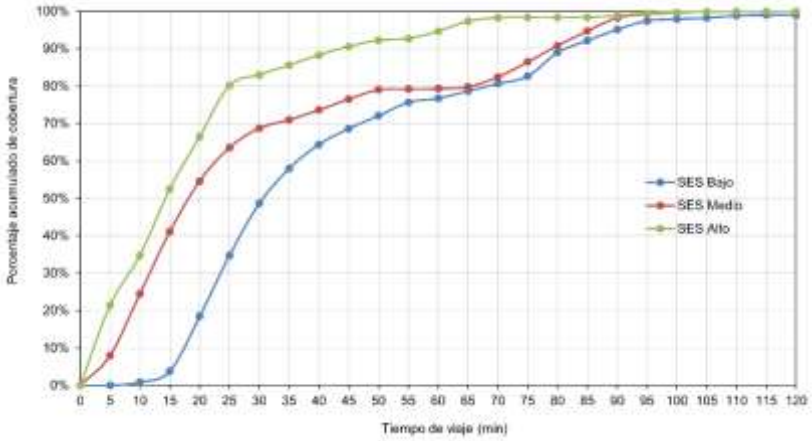
En la Figura 10 se observa la ubicación de las ciclovías recreativas actuales y los estratos socioeconómicos de las manzanas de Manizales. En esta, se puede detallar que las ciclovías están ubicadas en zonas de estratificación socioeconómica (SES) Media (3-4) y Alta (5-6), mientras que sobre el estrato Bajo (1-2) no se ubica ninguna.

Figura 10. Ciclovías recreativas actuales y estratificación socioeconómica de Manizales.



Lo anterior se ve evidenciado numéricamente con los resultados de cobertura poblacional acumulada (Figura 11), en los cuales se observa que a los 15 minutos de viaje en caminata el 52% de la población perteneciente al SES Alto accede a una de las ciclovías actuales; por su parte, en el mismo tiempo de viaje, apenas un 5% de la población del SES Bajo accede a estas, identificando una alta inequidad en la distribución espacial de las mismas, generando así una brecha entre las posibilidades de servicios y opciones de recreación que se le brindan a las personas con diferentes condiciones socioeconómicas. También se destaca que a los 120 minutos de viaje el 100% de la población puede hacer uso de las ciclovías, siendo éste un valor muy alto para el disfrute de un espacio pensado para el aprovechamiento de toda la población.

Figura 11. Cobertura poblacional por estratos socioeconómicos a las ciclovías recreativas actuales de Manizales.



3.3. Accesibilidad integral futura hacia las ciclovías recreativas

En la Figura 12 se presenta la red de ciclovías recreativas futura propuestas para Manizales. Se destaca la ubicación de estas en los extremos Norte, Sur y Oriente de la ciudad, facilitando así el acceso por parte de estas poblaciones a espacios de recreación y buscando: i) mejorar la accesibilidad hacia las ciclovías recreativas y ii) disminuir la inequidad en la distribución espacial de las mismas.

En la Figura 13 se observan los resultados de la accesibilidad integral hacia las ciclovías recreativas futuras del municipio, la cual evidencia una amplia mejora de acceso a dichos espacios recreativos, cubriendo casi la totalidad del perímetro urbano de Manizales en la curva isócrona de viajes iguales o inferiores a 15 minutos. Esto se traduce en mayores servicios de recreación para la población y una mejor distribución espacial de los mismos.

Figura 12. Ciclovías recreativas futuras de Manizales.

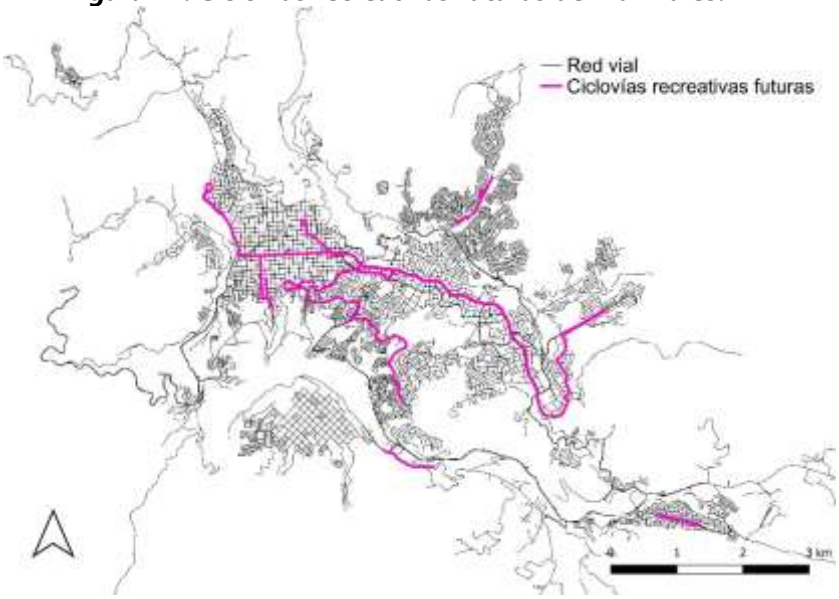
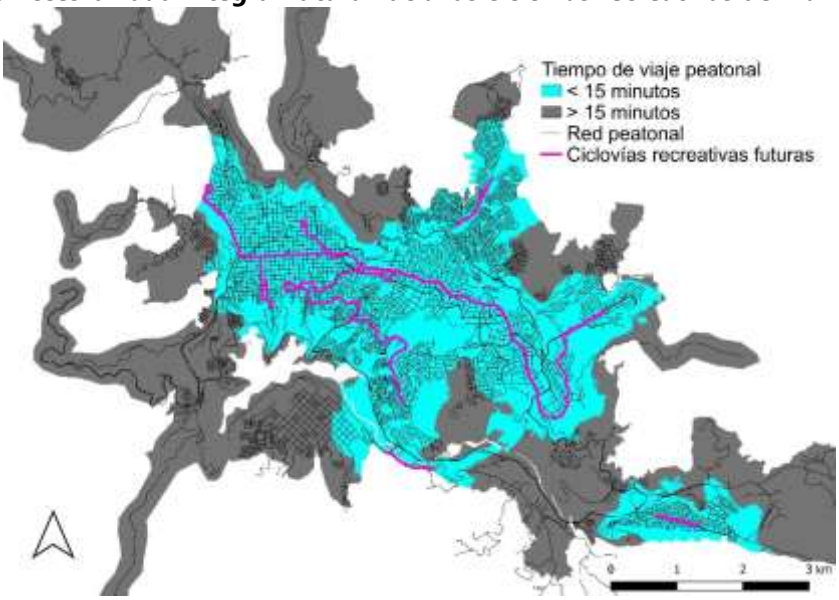


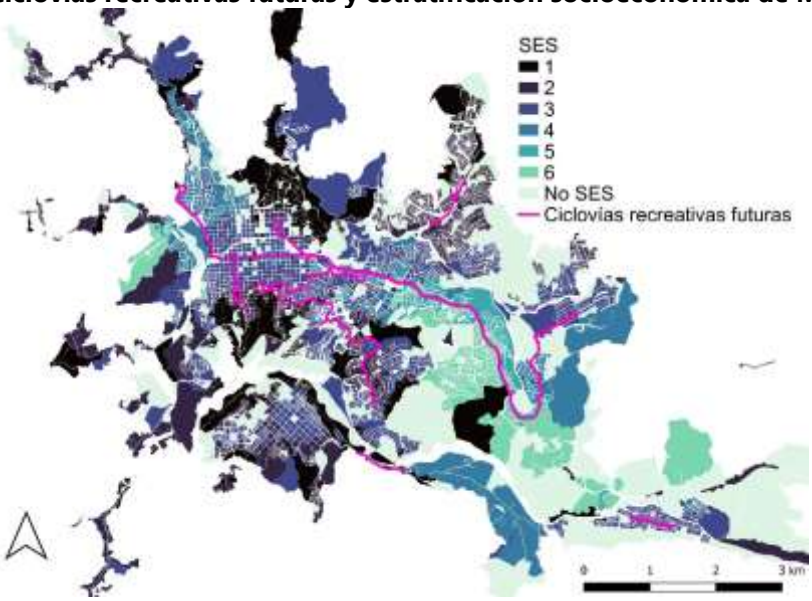
Figura 13. Accesibilidad integral futura hacia las ciclovías recreativas de Manizales.



3.4. Cobertura poblacional futura de las ciclovías recreativas

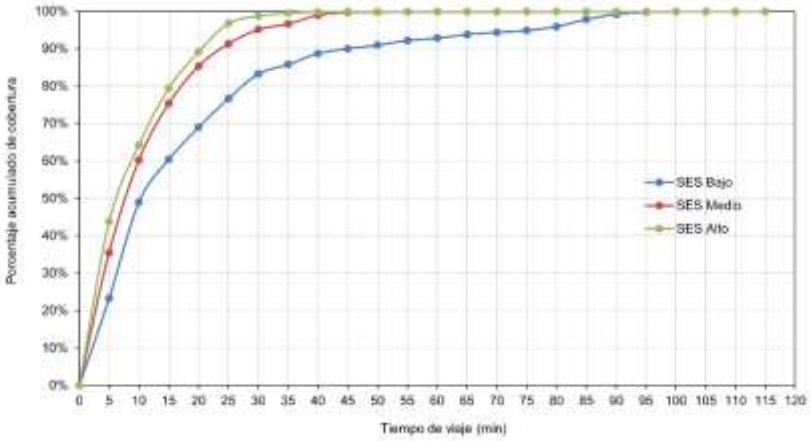
En la Figura 14 se puede observar que la ubicación de la red futura favorece el aprovechamiento por parte de la totalidad de los SES, pues no solamente se ubican nuevos tramos de ciclovías en lugares de SES Bajo, sino que los tramos existentes aumentan su extensión y así favorecen también los SES Medio y Alto.

Figura 14. Ciclovías recreativas futuras y estratificación socioeconómica de Manizales.



Por su parte, la Figura 15 muestra el aumento en la cobertura poblacional acumulada para todos los SES. Lo anterior se evidencia en un aumento de cobertura de aproximadamente 28% en SES Alto, 35% en SES Medio y 55% en SES Bajo, alcanzado a los 15 minutos en modo caminata; adicionalmente, se observa una cobertura para la totalidad de la población a los 95 minutos.

Figura 15. Cobertura poblacional por estratos socioeconómicos a las ciclovías recreativas futuras de Manizales.



4. Conclusiones

Las ciudades como Manizales, debido a sus propias dinámicas de ocupación y planificación, limitan el acceso a los equipamientos necesarios para todos sus

habitantes a través de grandes impedancias en distancias y/o tiempos de desplazamiento y, a su vez, generan una inequidad en la distribución espacial de este tipo de servicios.

Estas dinámicas inequitativas deben ser tenidas en cuenta a la hora de proveer y distribuir los servicios dentro de la municipalidad, pues dependiendo de su ubicación espacial se podrá reducir esta brecha entre distintas condiciones socioeconómicas. Un ejemplo de esto es la propuesta presentada en este escrito, en donde una acción con bajo costo económico y logístico puede aumentar el acceso de un servicio a toda la comunidad y, a su vez, promover hábitos de vida saludables.

Se tiene planeada la realización futura de evaluaciones espaciales entre el acceso a estas ciclovías recreativas y la elección modal de los habitantes de la ciudad, buscando determinar si estas se relacionan entre sí y, mediante la implementación de nuevos trayectos de ciclovía, promover la movilidad sostenible y los hábitos saludables en la población.

5. Referencias Bibliográficas

Alcaldía de Manizales, 2017. *Plan de Ordenamiento Territorial 2017-2031,* Manizales: s.n.

Alcaldía de Manizales, 2017. *Plan Maestro de Movilidad,* Manizales: s.n.

Aristizábal, J. E., Sarache, W. & Escobar, D. A., 2023. Spatial regression model of urban walkability under 15-minute city approach. *GeoJournal of Tourism and Geosites,* 49(3), pp. 1037-1045.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, 2023. *Proyecciones de población.* [En línea]
Available at: https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion

Departamento Nacional de Estadística - DANE, 2018. *Marco Geoestadístico Nacional (MGN).* [En línea]
Available at: https://geoportal.dane.gov.co/servicios/descarga-y-metadatos/descarga-mgn-marco-geoestadistico-nacional/#gsc.tab=0

Dijkstra, E. W., 1959. A note on two problems in connexion with graphs. *Numer. Math,* 1(1), pp. 269-271.

Escobar, D. A., Aristizábal, J. E. & Moncada, C. A., 2022. Análisis de la distribución espacial de cruces peatonales aplicando un modelo de accesibilidad geográfica. Caso de estudio: Avenida Santander, Manizales (Colombia). *Información tecnológica,* 33(2), pp. 157-168.

Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobl) y Universidad Estatal de Colorado, 2023. *Ciclovías y Salud 2023.* s.l.:s.n.

Montero, S., 2017. Persuasive practitioners and the art of simplification: Mobilizing the "Bogotá model" through storytelling. *Novos Estudos CEBRAP,* Volumen 36, pp. 59-75.

Parra, D. C. y otros, 2021. Geographic distribution of the Ciclovia and Recreovia programs by neighborhood SES in Bogotá: how unequal is the geographic access assessed via distance-based measures?. *Journal of Urban Health,* Volumen 98, pp. 101-110.

Shen, G., 2002. Measuring Accessibility of Housing to Public–community Facilities Using Geographical Information Systems. *Review of Urban & Regional Development Studies,* 14(3), pp. 235-255.

Uribe Sarmiento, J. J., 2020. Rodríguez Cortés, Astrid Bibiana, Subjetividades en el espacio público: la ciclovía de Bogotá. *Territorios,* Volumen 42, pp. 1-5.

Xu, M. H. y otros, 2007. An improved Dijkstra's shortest path algorithm for sparse network. *Applied Mathematics and Computation,* 185(1), pp. 247-254.

ANÁLISIS DEL CAMBIO MODAL EN EL DÍA SIN CARRO Y SIN MOTO EN LA CIUDAD DE IBAGUÉ (COLOMBIA), OPORTUNIDAD PARA LA BICICLETA

Juan Felipe Reyes Huérfano
Universidad de Ibagué, Ibagué, Tolima, Colombia, 2520201051@estudiantesunibague.edu.co

María Camila Mendez Tovar
Universidad de Ibagué, Ibagué, Tolima, Colombia, 2520201022@estudiantesunibague.edu.co

María Juliana Rojas Salgado
Universidad de Ibagué, Ibagué, Tolima, Colombia, maria.rojas@unibague.edu.co

RESUMEN

La presente investigación se enfoca en hacer un análisis del cambio modal experimentado durante las jornadas del Día sin Carro y sin Moto (DSCySM) en la ciudad de Ibagué, Colombia, con enfoque en la oportunidad para el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible. Mediante la recopilación y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, se examinaron las tendencias modales de transporte y posibles tasas de transferencia hacia modos de transporte activos de los ciudadanos durante esta jornada especial. Como resultados de la investigación se encontró que en las dos últimas jornadas del DSCySM el 60.6% de los ciudadanos que normalmente se movilizaban en modos de transporte motorizados de uso particular realizó una transición modal hacia la bicicleta, estos datos resaltan la necesidad de tener una infraestructura dedicada para los modos activos concluyendo que este porcentaje de personas movilizadas en bicicleta aumenta cuando las condiciones presentadas son mejores.

Palabras clave: Día sin carro, cambio modal, aforos vehiculares, percepción ciudadana, transporte sostenible.

1. Introducción

La medida de Día sin Carro y sin Moto, se ha venido implementando en la ciudad de Ibagué, Colombia, desde 2010, durante esta jornada las autoridades municipales según el decreto 1000 de 12 de febrero de 2018 el cual modifica el acuerdo 021 del 12 de agosto de 2010 contempla que "…se reducirá la contaminación atmosférica, mejorará la movilidad, estimulará el deporte, creará conciencia ciudadana sobre la importancia de hacer buen uso de los medios de transporte convencionales" (Decreto 1000-0090, 2018). Desde el punto de vista científico, el Día sin carro y sin moto se convierte en un laboratorio propicio para analizar las tendencias modales de transporte y posibles tasas de transferencia hacia medios de transporte sostenibles y activos.

Si bien ya se han hecho algunos estudios sobre esta jornada en la ciudad de Ibagué (Zuluaga-Villermo, J., et al 2019), el presente trabajo tiene como propósito hacer un análisis del cambio modal en el día sin carro y sin moto en la ciudad siendo este una oportunidad propicia para el uso de medios de transporte sostenibles. Para ello se toman los datos sobre las características de viajes realizados en la jornada especial y encuestas de percepción a diferentes usuarios de modos de transporte en lugares estratégicos de la ciudad, se cuenta con datos de los años 2018 a 2023 con esto la oportunidad de poder determinar si existe un cambio de perspectiva y comportamiento generado por la jornada en tanto al cambio modal y uso de modos activos de transporte.

Uno de los medios de transporte a los cuales se apunta es la bicicleta; dentro de la ciudad de Ibagué existen 8 tramos de ciclorrutas sumando un total de 17.67 kilómetros dentro del casco urbano y 3 tramos que suman 25 kilómetros fuera del mismo, estas ciclorrutas tienen un inicio dentro del sector urbano, pero sale de este por el sector de la variante; la ubicación de estos tramos se encuentra principalmente en las comunas: 1, 6, 7, 8 y 10 de la ciudad de Ibagué.

2. Planteamiento del problema y justificación

Con respecto al día sin carro y sin moto, teniendo en cuenta el saber popular se evidencio que en las personas se tiene la idea de que esta política genera un impacto al medio ambiente teniendo como base, por ejemplo, los monitoreos realizados por Cortolima en puntos específicos de la ciudad que hacen mediciones de calidad del aire, intensidad de ruido y aforo de vehículos y la medición de emisión de gases de vehículos (Forero, 2018) o algunos titulares publicados por medios de comunicación como El

Nuevo Día (2020) que expone a cerca de los aspectos positivos que la jornada del día sin carro y sin moto tienen en la ciudad como los resultados por la descontaminación y una reducción de material particula en comparación con lo registrado días antes y después de la jornada.

El día sin carro y sin moto es una iniciativa que brinda una oportunidad para que las personas utilicen modos de transporte activos, como caminar, andar en bicicleta o utilizar el transporte público, en lugar de depender de los vehículos motorizados.

El estudio busca obtener información clara y precisa sobre las tendencias modales de transporte y las posibles tasas de transferencia hacia otros medios de transporte durante este evento especial. Esto permitirá comprender mejor el comportamiento de movilidad de las personas y analizar los cambios en las elecciones de transporte durante este día, lo que a su vez puede tener implicaciones para la promoción de modos de transporte sostenibles y la planificación urbana.

3. Objetivos

3.1. General

Analizar las tendencias modales de transporte y posibles tasas de transferencia hacia la bicicleta como medio de transporte sostenible y activo.

3.2. Específicos

- Organizar los datos cualitativos y cuantitativos obtenidos de las encuestas de percepción ciudadana y aforos vehiculares y no vehiculares de los días sin carro y sin moto en Ibagué.
- Generar indicadores, tablas y figuras a partir de los datos de las encuestas de percepción ciudadana y aforos vehiculares y no vehiculares de los días sin carro y sin moto en Ibagué.
- Interpretar los indicadores, tablas y figuras a la luz del contexto de la ciudad de Ibagué para la jornada del día sin carro y sin moto en torno al uso de la bicicleta.

4. Referente teórico

El día sin carro empezó a implementarse en la década de los noventa en diferentes ciudades del mundo, fue una iniciativa para reducir el uso de este al ver que estaba causando grandes afectaciones al medio ambiente (Dávila, 2019). En Colombia, el 24 de febrero del 2000 se vivió el primer día sin carro, la cual fue producto de una consulta popular del Decreto 1098 de 2000, que buscaba prohibir la circulación de vehículos automotores en la ciudad de Bogotá el primer jueves del mes de febrero de todos los años, una iniciativa de la alcaldía de Enrique Peñalosa, medida con la que algunos ciudadanos estaban en total desacuerdo (El Espectador, 2015).

El día sin carro y moto en Ibagué se institucionalizó mediante el acuerdo 021 del 12 de agosto de 2010 como una jornada social que buscaba motivar a los ciudadanos a contribuir con el mejoramiento del medio ambiente por medio de campañas educativas, estableciendo que este se realizaría el primer miércoles del mes de febrero de cada año como celebración del día del medio ambiente. Esto debido a que el número de vehículos en la ciudad crecía a un ritmo acelerado, el cual representaba mayores congestiones viales, aumento en el tiempo de los desplazamientos y mayor contaminación ambiental.

Luego por medio del decreto 1000-0090 del 12 de febrero de 2018 se reglamentó el día sin carro y sin moto modificando el acuerdo 021 del 12 de agosto del 2010, el cual ya había sido reformado antes por el acuerdo municipal 010 del 14 de agosto del 2015 donde se estipulaba que este ya no se realizaría el primer miércoles sino el segundo miércoles del mes de febrero cada año. Según el decreto y de acuerdo con el plan de desarrollo "Por Ibagué con todo el corazón" se proponía un desarrollo sostenible y la defensa de los recursos naturales buscando que la ciudadanía en general interactuara con otros modelos de movilización no motorizados e hiciera un mayor uso del transporte público para así motivarlos a implementar modelos de transporte que fueran más sostenibles.

De igual, forma en ese mismo año, según el acuerdo 009 del 22 de mayo del 2018, se modificó nuevamente el artículo 2 del acuerdo 021 del 2010, estipulando que el día sin carro y sin moto en Ibagué se realizaría 2 veces al año, una el segundo miércoles del mes de febrero y otra el tercer miércoles del mes de septiembre y que el horario de las jornadas seria de las 6:00 a las 20:00 horas.

Según el decreto 1000-0169 del 2022 "La movilidad es la responsable de generar aproximadamente el 32% de la contaminación por gases de efecto invernadero en la ciudad", este día tiene como objetivo que se reduzcan esos efectos que son nocivos para la salud mejorando la calidad de vida de los ciudadanos disminuyendo no solo

los niveles de contaminación ambiental atmosférica sino también sonora y fomentar el uso de nuevas formas de transporte.

La mayoría de las investigaciones realizadas del día sin carro y sin moto han sido enfocadas en la medición del impacto que se tiene en el medio ambiente como por ejemplo la descripción del comportamiento del contaminante PM2.5 durante las jornadas del día sin carro entre los años 2013 y 2019 en Bogotá (Rodríguez y Vargas, 2019) o la determinación de metales en el material particulado PM10 para las campañas 2018 del día sin carro en Bucaramanga (Bautista, 2021), a diferencia de estas, la actual investigación se centrará en la variación modal de los niveles de satisfacción de los ciudadanos respecto a la jornada.

4. Metodología

Para el desarrollo del trabajo se llevó a cabo una metodología mixta en donde se utilizaron datos cuantitativos y cualitativos, este proceso se desarrolló a lo largo de tres etapas:

Figura 16. Metodología de la investigación

5. Resultados

Con los datos obtenidos se generó una gráfica que permitiera la comparación del histórico de viajes realizados en los distintos medios de transporte usados en la jornada

del DSCySM, en donde se analizaron valores tomados en aforos desde el 2018 hasta la primera jornada del 2023 teniendo en cuenta que faltan los periodos del 2020-2 y 2021-1 debido a que en la pandemia de COVID-19 no se celebró esta jornada. Además, se tomaron como referencia los aforos realizados en el plan maestro de movilidad y espacio público (PMMEP) del 2017 obteniendo así la *figura 2.*

Se realizó una comparación centrándose en el histórico de viajes realizados en bicicleta, en la *figura 3* se evidencia la variación del uso de este medio de transporte. La gráfica muestra la comparación del aforo del PMMEP (el cual fue tomado en un día normal) con los aforos de las jornadas del DSCySM.

Figura 17. Comparación del histórico de viajes en

Figura 18. Comparación histórico de viajes bicicleta

Luego, con los datos tomados de volúmenes no motorizados se realizó la *figura 4*, que muestra los viajes de ciclistas clasificados por género, edad y estación en donde se tomó el aforo. Se evidencio que las zonas en la que se presentan el mayor número de viajes de ciclistas corresponden a las estaciones que se encuentran ubicadas en la Cra.5 con calle 15 y la Cra.5 con calle 43; la Cra.5 durante la jornada de DSCySM es destinada como ciclorruta en ese día, se infiere que cuando se brinda infraestructura dedicada para los modos activos la cantidad de personas que eligen movilizarse en estos aumenta.

Figura 19. Viajes de ciclistas por género, edad y estación en donde se tomó el aforo de las jornadas 2022B y 2023A

Existe una diferencia significativa entre géneros en el uso de la bicicleta durante el DSCySM. En la figrua 4 se puede observar que, por cada cuatro hombres, solo una mujer utiliza la bicicleta en estas jornadas, Según Díaz y Rojas (2017), esta diferencia puede atribuirse a la inseguridad asociada al uso de este medio y la incompatibilidad con los patrones de viaje de las mujeres. Aunque la brecha de género en el uso de la bicicleta se ha reducido, los hombres superan en número a las mujeres como usuarios, siendo estas últimas las principales usuarias del transporte público y las que realizan más viajes a pie, debido a los diferentes patrones de viaje entre géneros (Huerta y Gálvez, 2016).

También se evaluó la transición modal, es decir, por medio de las encuestas de preferencia declarada se toma la información de los viajes realizados en motorizados en un día normal y se verifica a qué modo de transporte se cambia en la jornada del DSCySM. La información se presenta en la *tabla 1*, se evidencia que el modo de transporte más usado en la jornada fue el transporte público colectivo.

Tabla 13. Transición modal jornadas 2022B y 2023A

	Dia normal										
DSCySM	A pie	Bicicleta	Buseta	Carro particular (conductor)	Carro particular (pasajero)	Moto particular (conductor)	Moto particular (pasajero)	Patineta	Ruta escolar	Taxi	Uber
A pie	79,69%	13,92%	31,73%	32,56%	29,78%	31,93%	29,29%	4,76%		33,87%	24,24%
Bicicleta	5,21%	65,82%	5,53%	12,79%	12,92%	10,92%	6,06%			4,84%	7,58%
Buseta	9,90%	17,72%	56,25%	24,42%	19,66%	35,01%	46,46%	4,76%	50,00%	6,45%	18,18%
Patineta	0,52%		1,44%	0,87%		0,56%		76,19%		1,61%	6,06%
Ruta escolar									50,00%		
Taxi	4,69%	2,53%	5,05%	27,62%	36,52%	17,65%	17,17%	9,52%		51,61%	43,94%
Vehículo con permiso				1,74%	1,12%	3,92%	1,01%	4,76%		1,61%	

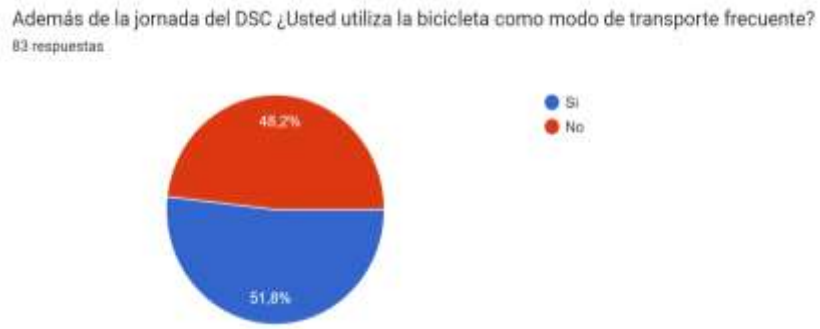
Según la encuesta de preferencia declarada, se consultó por la satisfacción con el medio de transporte usado en DSCySM donde los bici-usuarios presentaron un nivel de satisfacción de superior al 50% (tabla 2) siendo este el más alto.

Tabla 14. Niveles de satisfacción con el modo de transporte usado en la jornada del DSCySM 2022B y 2023A

	Nivel de satisfacción con el modo de transporte usado				
Modo de transporte usado en DSCySM	1	2	3	4	5
A pie	5,01%	9,14%	22,42%	22,12%	41,30%
Bicicleta	2,17%	7,61%	14,13%	17,39%	58,70%
Buseta	9,63%	14,29%	28,90%	24,25%	22,92%
Taxi	9,27%	13,25%	28,48%	19,21%	29,80%
Vehículo con permiso		7,69%	15,38%	23,08%	53,85%

A los ciudadanos que en la encuesta manifestaron desplazarse en bicicleta en el DSCySM, les fue consultado si este era su modo de transporte habitual *(figura 5),* en los encuestados se encontró que el 48,2% de ellos no usa la bicicleta como modo de transporte frecuente.

Figura 20. Uso de la bicicleta como medio de transporte usual



Entre los factores que impiden que los ciudadanos se movilicen en bicicleta, los que más se repitieron fueron: el mal estado de las vías, la inseguridad en las calles, la falta de infraestructura y señalización, los trayectos a recorrer son muy largos y que los conductores de automóviles y motocicletas no respetan al bici-usuario.

6. Conclusiones

Esta investigación llega a las siguientes conclusiones principales:

La bicicleta viene presentando niveles de satisfacción con el modo usado altos (más del 50% de los bici-usuarios manifiestan estar muy satisfechos con el modo usado) seguidos de la caminata, esto puede deberse en gran medida a la infraestructura dispuesta por el municipio para los desplazamientos de estos modos.

Históricamente, en un día sin carro y sin moto en Ibagué los ciudadanos se movilizan en su mayoría el transporte público colectivo esto puede traducirse que es el más eficiente en términos de que se hace un menor número de viajes, pero tiene un mayor número de personas movilizadas.

Por otro lado, a pesar de las opiniones divididas presentadas en medios de comunicación y redes sociales sobre el día sin carro y sin moto (Alerta Tolima, 2022), en contraste con las encuestas de percepción en su mayoría los ciudadanos presentan altos niveles de satisfacción con la jornada.

También se evidenció que cuando se brinda infraestructura dedicada para los modos activos la cantidad de personas que eligen estos aumenta junto con su nivel de satisfacción, pero si bien la ciudad cuenta con algunas ciclorrutas se presentan incomodidades como que estas no se encuentran conectadas, otras no cuentan con ciclo infraestructura propia, sino que se catalogan como ciclo bandas y además no existe la señalización ni la infraestructura suficiente para estos modos de transporte.

7. Referencias Bibliográficas

Acuerdo 009 de 2018 [Alcaldía municipal de Ibagué]. Por medio del cual se modifica el artículo 2 del acuerdo 021 del 12 de agosto de 2010 que institucionaliza la celebración del "Día sin carro y sin moto de la ciudad de Ibagué" y se deroga el acuerdo 010 de 2015. 22 de mayo de 2018.

Acuerdo 021 de 2010 [Alcaldía municipal de Ibagué]. Por medio del cual se institucionaliza la celebración del "Día sin carro y sin moto de la ciudad de Ibagué". 12 de agosto de 2010.

Bautista Betancur, M. (2021). Determinación de metales en el material particulado PM10 para las campañas 2018 del día sin carro en Bucaramanga. Universidad Santo Tomás.

Decreto 1000-0090 de 2018 [Alcaldía municipal de Ibagué]. Por medio del cual se reglamenta el día sin carro y sin moto de la ciudad de Ibagué. 12 de febrero de 2018.

Díaz, R., & Rojas, F. (2017). Mujeres y ciclismo urbano: promoviendo políticas inclusivas de movilidad en América Latina. https://doi.org/10.18235/0000913

El Espectador. (2021, 17 mayo). La historia del primer día sin carro. ELESPECTADOR.COM. Recuperado de https://www.elespectador.com/bogota/la-historia-del-primer-dia-sin-carro-article-542303/

Huerta, E., & Gálvez, C. (2016). Mujeres en bicicleta. Imaginarios, prácticas y construcción social del entorno en la ciudad de Sevilla. Antropología Experimental, (16).

Zuluaga Villermo, J., Kaffure Ruiz, C., Hoyos O, M., & Bayona García, B. (2019). Análisis y comparación del cambio de partición modal entre 2018 y 2019 del Día sin carro y sin moto en la ciudad de Ibagué. En A. M. Vélez-Pereira & D. Toro González (Eds.), XIII Congreso Colombiano de Transporte y Tránsito. Movilizando el futuro de Colombia (Primera, p. 166). Cartagena de Indias, Colombia: Pendiente editorial.

Zuluaga Villermo, J., Kaffure Ruiz, C., Restrepo Gómez, J., & Murillo Bocanegra, C. (2019). Estimaciones de impacto del día sin carro y sin moto en Ibagué sobre los patrones de movilidad en los años 2018 y 2019. En A. M. Vélez-Pereira & D. Toro González (Eds.), XIII Congreso Colombiano de Transporte y Tránsito. Movilizando el futuro de Colombia (Primera, p. 176). Cartagena de Indias, Colombia: Pendiente editorial.

BICICLETAS COMPARTIDAS EN BOGOTÁ: SATISFACCIÓN Y LEALTAD EN LA ELECCIÓN MODAL DE BICICLETAS PÚBLICAS.

Juan Pablo Bocajero Suescun
Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia, jbocarej@uniandes.edu.co

Lady Alejandra Piedrahita Villarraga
Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia, l.piedrahitav@uniandes.edu.co

RESUMEN

El sistema de bicicletas compartidas (SBC) tiene como propósito mejorar el transporte público, reducir la congestión vehicular, mejorar la calidad del medio ambiente y fomentar la actividad física en la población. Aunque existen estudios sobre diversos aspectos del SBC, hay pocas investigaciones específicas sobre la satisfacción de los usuarios. Este estudio se concentra en establecer una línea base de diagnóstico experimental en Bogotá, basada en las percepciones de los usuarios del sistema, para identificar las variables que afectan la satisfacción. Los resultados obtenidos indican que los usuarios valoran positivamente la facilidad para recoger bicicletas y encontrar espacios para estacionarlas en las estaciones, así como la distribución de éstas. Por otro lado, experimentan una reducción en la satisfacción cuando se presentan fallas o dificultades para dejar la bicicleta en una estación. Además, la sensación de seguridad al transitar por carriles anchos para bicicletas, el monitoreo constante de las bicicletas y la presencia de cámaras de seguridad también impactan positivamente en la satisfacción, en contraste, con transitar de noche. Estos hallazgos buscan brindar herramientas para mejorar la comprensión del sistema, permitiendo la implementación de estrategias efectivas para elevar la satisfacción de los usuarios existentes y atraer nuevos usuarios al SBC en Bogotá.

1. Introducción

Los Sistemas de Bicicletas Compartidas comenzaron en Ámsterdam en 1965, pero el sistema fracasó por el vandalismo y los robos, fue hasta el 2005 que logró ser un éxito en Francia y desde entonces se han expandido estos sistemas por todo el mundo con sistema tarjetas magnéticas, bloqueos electrónicos, y aplicaciones entre otras mejoras. (Paul, 2009).

Se busca con estos sistemas sustituir los viajes contaminantes y generadores de mayor congestión a modos de micro movilidad, sin embargo, es una labor que toma tiempo dado que cambiar hábitos de viajes, así como modos de transporte utilizados frecuentemente, representa un alto grado complejidad para poder entender los comportamientos individuales y la resistencia al cambio, y por ello se debe analizar las percepciones y preferencias individuales. (Miralles-Guasch et al., 2022).

1.1. Satisfacción en el Sistema de Bicicletas Compartidas

El sistema de bicicletas compartidas siendo un sistema de transporte necesita proporcionar altos niveles de calidad de servicio para retener a los usuarios existentes y atraer a nuevos, dado que la calidad del servicio es un factor clave en las decisiones de viaje de los pasajeros. (Allen et al., 2020).

Xia et al. (2022) han identificado los principales factores que afectan la calidad del servicio y la satisfacción del usuario en un sistema de bicicletas compartidas, que son la seguridad y protección medioambiental, la conveniencia y flexibilidad, la distribución, la flexibilidad para estacionar y recoger las bicicletas, y la apariencia y rendimiento de las bicicletas.

En Ningbo, China se identificó que la cercanía a una estación de bicicletas compartidas, la familiaridad con el sistema, la facilidad en el proceso de recoger y dejar las bicicletas, la conciencia ambiental, la flexibilidad de la ruta, y la reducción de costos de viaje están altamente relacionados con la frecuencia de uso y la satisfacción de los usuarios. (Guo et al., 2017). Así mismo, B. Zhou et al. (2020) relacionaron los altos niveles de satisfacción especialmente con la conciencia ambiental, el cumplimiento de las normas percibidas por otros y la facilidad de acceso a las bicicletas; además, de generar beneficios psicológicos a los usuarios tanto por su felicidad propia como por compartir con otros.

Para el caso de estudio, en Bogotá se hace necesario tener una línea base de la satisfacción de los usuarios para identificar cuáles son las variables que más afectan en

los usuarios del SBC en Bogotá, además de tener la información sobre las características demográficas, los patrones de uso y las necesidades de los "superusuarios" del sistema, que sirve como insumo para desarrollar estrategias de expansión y mejora del sistema.

2. Diseño de la encuesta

2.1. Contexto de Bogotá

Bogotá, la capital de Colombia, cuenta con una población aproximada de 8 millones, según las proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para el 2023 (DANE, 2021). Según la Encuesta de Movilidad de 2019, los ciudadanos realizan alrededor de 1.2 millones de viajes diarios en bicicleta, distribuidos en un 74% realizados por hombres y un 26% por mujeres (SDM, 2019).

Tembici se implementó en la ciudad en septiembre de 2022. En su primer año de operación, el sistema registró más de 1.2 millones de viajes acumulados. Se resalta que las personas de entre 29 y 28 años son los principales usuarios del sistema, y el 32% de los ciclistas son mujeres (SDM, 2022).

2.2. Diseño del cuestionario

El cuestionario se diseña con el fin de obtener un diagnóstico experimental basado en identificar cuáles son las principales variables que afectan la satisfacción por cada variable latente. Para ello, las siguientes hipótesis fueron formuladas como parte integral de este estudio, basadas en la revisión de literatura. Estas hipótesis han orientado el diseño de la encuesta, y proporcionan la estructura esencial para el análisis de los resultados obtenidos.

2.3. Hipótesis

1. Los "superusuarios[18]" del SBC se caracterizan por ser hombres jóvenes con ingresos más bajos y dependen del SBC como su principal modo de transporte en comparación con los usuarios menos frecuentes.
2. La conveniencia del sistema, medida por la accesibilidad de las estaciones de bicicletas compartidas y la facilidad de uso del sistema, afecta positivamente la satisfacción de los usuarios.

[18] Super-usuario: aquel que declaró la bicicleta compartida como su modo principal de viaje y realiza más de 3 viajes a la semana

3. La seguridad percibida durante los viajes en bicicleta compartida, incluyendo la infraestructura vial y la percepción de riesgo, influye de manera significativa en la satisfacción de los usuarios.
4. El costo del uso del SBC tiene un impacto significativo en la satisfacción de los usuarios.
5. Es mayor el uso por parte de mujeres en el SBC en comparación con el uso de bicicletas propias.
6. Los usuarios del SBC y los usuarios de bicicletas propias son grupos excluyentes.

2.4. Variables observables

Se elaboraron un total de 44 ítems. Los tres ítems de satisfacción general, calidad del servicio y recomendación a un amigo también se incluyen al final del cuestionario. Se utiliza una escala Likert típica de cinco niveles en la encuesta sobre la percepción de uso de la bicicleta, estación y aplicación móvil, la percepción de seguridad vial y física, la percepción sobre el costo y preguntas con enfoque de género. Al mismo tiempo, se cuenta también sobre el tipo de usuario y patrón de viaje.

2.5. Muestra representativa

La muestra se obtuvo según la fórmula para una muestra probabilística de una población finita (López-Roldán & Fachelli, 2017). En el análisis, se emplea un nivel de confianza del 95%, un margen de error máximo aceptado del 5%, y se toma como referencia el tamaño de la población, obtenido de un día hábil de operación de Tembici el 6 de septiembre de 2023, donde se llevaron a cabo 6,455 viajes. Con estos parámetros, se determina que el número óptimo de encuestas requeridas es de 365, no obstante, para obtener una muestra representativa de acuerdo con los datos obtenidos de Tembici, se realizaron 400 encuestas.

3. Modelo

3.1. Modelo Probit Ordenado

En el ámbito del transporte, los datos que se obtienen principalmente en encuestas son de tipo discreto y están ordenados siguiente una escala Likert. Por ello, uno de los métodos más apropiados para cumplir los objetivos de esta investigación es el Modelo Probit Ordenado que estima una variable no observable por medio del cálculo de la probabilidad para cada observación; además está basado en la suposición de que las perturbaciones (ε) tienen una distribución normal. El modelo sigue la siguiente función lineal (Washington et ál., 2011):

$z = \beta X + \varepsilon$

Donde z es la variable no observable, β el vector de parámetros estimables, X el vector de variables que determinan el orden discreto para la observación y ε las perturbaciones aleatorias. Para el cálculo de la probabilidad por cada observación está determinado de la siguiente manera (Washington et ál., 2011):

$y = 1\ si\ z \leq \mu_0;\ y = 1\ si\ \mu_0 < z \leq\ \mu_1;\ y = \cdots;\ y = I\ si\ z \geq \mu_{I-2}$

Donde Y es la variable observable, μ el parámetro estimable e I la respuesta ordenada más alta. Para este estudio, con el modelo se busca identificar cuáles son las variables significativas que impactan la satisfacción del usuario, teniendo en cuenta un nivel de confianza del 95%, es decir, un α de 0.05, y un estadístico t de 1.96.

4. Resultados de pruebas de hipótesis

4.1. Hipótesis 1:

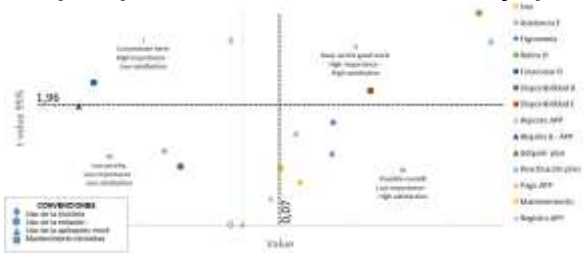
Los super-usuarios representan el 25% de los encuestados. En su mayoría son hombres de entre 19 y 30 años, con educación universitaria (pregrado o superior), residen dentro del área de cobertura de Tembici y tienen una membresía mensual. Estos usuarios prefieren la bicicleta eléctrica, realizan viajes de 30 minutos o menos principalmente para ir al trabajo y su uso se concentra en los días laborables.

4.2. Hipótesis 2:

La facilidad para recoger bicicleta y encontrar estaciones son variables significativas que impactan positivamente en la satisfacción de los usuarios. Además, reciben la puntuación más alta de 4.24, según la media estadística de la percepción del uso de la estación declarada por los usuarios en la encuesta. También se destaca el proceso de reactivación de la membresía, la cual tuvo una calificación media de 4.25.

Por otro lado, las fallas o dificultad para dejar una bicicleta en la estación es una variable significativa para el modelo, que impacta negativamente en la satisfacción de los usuarios. Además, recibe una de las puntuaciones más bajas de 4.04, según la percepción del uso de la estación declarada por los usuarios.

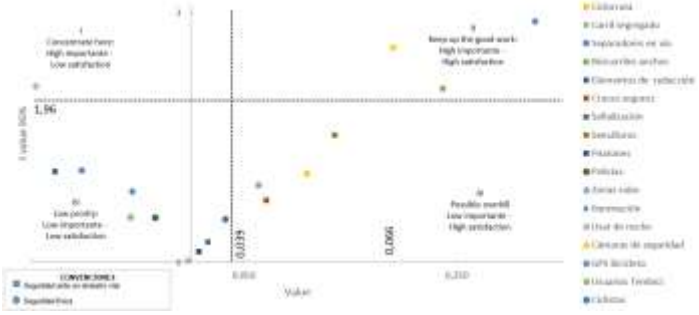
Gráfica 1: IPA percepción uso de la bicicleta, estación y aplicación móvil



4.3. Hipótesis 3:

Los usuarios valoran positivamente los bicicarriles anchos en caso de un siniestro vial y sienten seguridad física con la presencia de cámaras de seguridad y el monitoreo constante de la bicicleta. De acuerdo con la media estadística reportada por los usuarios, los bicicarriles anchos obtienen la puntuación más alta de 4.14 en la percepción de seguridad ante un siniestro vial, seguidos por las cámaras de seguridad con 4.13 y el monitoreo de la bicicleta con 3.86. Estas dos últimas representan las puntuaciones más altas en la sensación de seguridad física.

Gráfica 2: IPA percepción seguridad vial y física

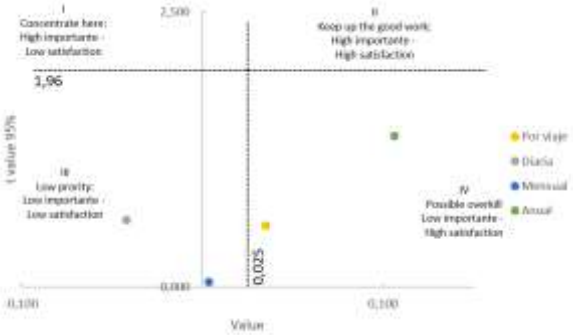


Por otro lado, usar la bicicleta de noche genera sensación de inseguridad siendo esta una variable significativa para el modelo, que impacta negativamente en la satisfacción de los usuarios. Además de estar calificada con una media estadística de 3.16 siendo una de las variables con menor puntaje.

4.4. Hipótesis 4:

Las variables relacionadas con las tarifas del sistema no muestran significancia para los usuarios en el modelo. Estos resultados sugieren que el cálculo de las tarifas por parte de Tembici fue apropiado, ya que los usuarios no perciben estas tarifas como relevantes, y su costo no afecta su nivel de satisfacción.

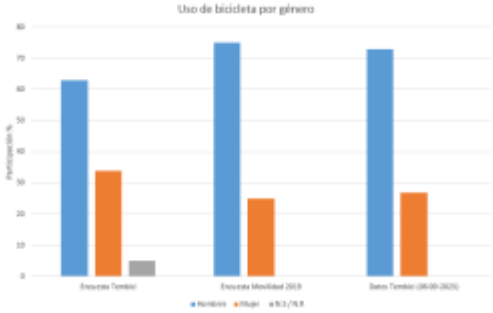
Gráfica 3: IPA percepción costo



Sin embargo, según la media estadística de las respuestas, las tarifas no están consideradas entre muy baratas o baratas, los usuarios consideran que las tarifas por viaje individual (2.63) y diaria (2.70) son percibidas como más costosas en comparación con la tarifa mensual (3.19) y anual (3.32), utilizando una escala de 1 (muy caro) a 5 (muy barato).

4.5. Hipótesis 5

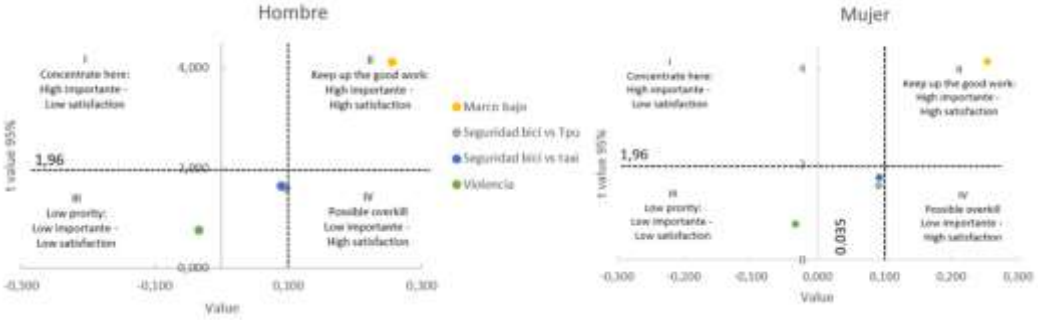
Gráfica 4: Uso bicicleta por género



Esta hipótesis no se confirma totalmente, ya que existe la posibilidad de un sesgo en las encuestas, donde las mujeres podrían haber mostrado una mayor disposición a participar en la encuesta en comparación con los hombres. Además, de acuerdo con un día hábil de Tembici el porcentaje de mujeres que usan la bicicleta es de 27% y el de la encuesta de movilidad 2019 es de 25%, y para la encuesta realizada el 34% son mujeres.

Las preguntas formuladas en la encuesta con un enfoque de género revelan, según el modelo, que la variable de género femenino es estadísticamente significativa y tiene un impacto negativo en la satisfacción. La única variable significativa para el modelo fue el diseño de la bicicleta con enfoque de género, el cual resulta efectivo tanto para mujeres como para todos los usuarios en general. Es por ello, que esta variable es una fortaleza de Tembici que debe ser mantenida y continuamente promovida.

Gráfica 5: IPA percepción con enfoque de género



De acuerdo con la media estadística en las respuestas de la encuesta por parte de las mujeres, la satisfacción en general es menor en un 4.8% respecto a la declarada por los hombres. Entre las 12 variables relacionadas con la percepción del uso de la bicicleta, la estación, la aplicación móvil y el mantenimiento, se observó que en 10 de ellas la percepción fue menor en comparación con la de los hombres, con diferencias que oscilaron entre el 0.24% y el 3.13%.

En cuanto a las variables relacionadas con la seguridad ante un siniestro vial, se observó que las mujeres presentaron una menor sensación de seguridad que los hombres, especialmente en bicicarriles anchos (con una diferencia del 2.96%) y en semáforos (con una diferencia del 3.52%). Respecto a la seguridad física, se evidenció que las mujeres experimentaron una sensación de seguridad menor en comparación con los hombres, siendo la mayor diferencia del 20.16% al transitar con presencia de más ciclistas. Además, se registraron diferencias significativas de 15.38% al transitar por zonas solas y de 7.92% en relación con la variable de iluminación nocturna.

4.6. Hipótesis 6

No se confirma la hipótesis 6, dado que no son grupos excluyentes ya que el 49% de los usuarios de Tembici posee su propia bicicleta. Por otra parte, según las respuestas recopiladas, los motivos principales para elegir Tembici son la facilidad de estacionamiento y la ausencia de preocupaciones por el mantenimiento de la bicicleta. La preferencia por la bicicleta propia se basa en la familiaridad de uso, aspectos económicos, un sentido de pertenencia y la libertad de uso. Esta última preferencia puede surgir debido a las limitaciones actuales del sistema, en términos de cobertura en la ciudad. Estos elementos deben ser tenidos en cuenta en futuras estrategias de expansión y mejoramiento del servicio, los cuales están fuertemente relacionados con la satisfacción del usuario como la facilidad del estacionamiento.

5. Conclusiones

Los factores que afectan positivamente a la satisfacción de los usuarios incluyen la facilidad para recoger bicicletas, la ubicación de estaciones, la presencia de bicicarriles amplios, la existencia de cámaras de seguridad y un monitoreo constante de las bicicletas. En contraste, factores que impactan negativamente son la dificultad para devolver bicicletas en las estaciones, el uso nocturno de las bicicletas y pertenecer a la población femenina. Con relación a las tarifas, si bien no afectan directamente la satisfacción, los usuarios las consideran costosas según la media estadística de las respuestas.

En cuanto a la satisfacción general, los usuarios informan sentirse entre satisfechos y totalmente satisfechos. Sin embargo, las mujeres muestran un nivel de satisfacción un 4.8% menor que el de los hombres, experimentando inseguridad al transitar en presencia de más ciclistas, en zonas solas y la iluminación nocturna. Aunque se abordaron preguntas con un enfoque de género, no se identificaron variables significativas, sugiriendo la necesidad de analizar detalladamente en un futuro los factores que afectan la satisfacción de esta población para fomentar el uso de la bicicleta.

Finalmente, los usuarios eligen Tembici debido a la facilidad de estacionamiento y la falta de preocupaciones relacionadas con el mantenimiento de las bicicletas. Estos hallazgos, junto con el perfil de los "superusuarios", proporcionan información valiosa para mejorar el sistema y destacan aspectos clave a considerar en futuras expansiones en la ciudad.

6. Referencias Bibliográficas

Allen, J., Eboli, L., Mazzulla, G., & Ortúzar, J. de D. (2020). Effect of critical incidents on public transport satisfaction and loyalty: an Ordinal Probit SEM-MIMIC approach. *Transportation*, *47*(2), 827–863. https://doi.org/10.1007/s11116-018-9921-4

Beigi, P., Khoueiry, M., Rajabi, M. S., & Hamdar, S. (2022). Station Reallocation and Rebalancing Strategy for Bike-Sharing Systems: A Case Study of Washington DC. In *arXiv.org*. Cornell University Library, arXiv.org. https://ezproxy.uniandes.edu.co:8443/login?url=https://www.proquest.com/working-papers/station-reallocation-rebalancing-strategy-bike/docview/2652416276/se-2

DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). (2021). *Proyecciones de población Bogotá*. Recuperado de https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion/proyecciones-de-poblacion-bogota

Guo, Y., Zhou, J., Wu, Y., & Li, Z. (2017). Identifying the factors affecting bike-sharing usage and degree of satisfaction in Ningbo, China. *PLoS ONE*, *12*(9). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185100

Hosford, K., & Winters, M. (2018). Who Are Public Bicycle Share Programs Serving? An Evaluation of the Equity of Spatial Access to Bicycle Share Service Areas in Canadian Cities. *Transportation Research Record*, *2672*(36), 42–50. https://doi.org/10.1177/0361198118783107

Julio, R., Monzon, A., & Susilo, Y. O. (2022). Identifying key elements for user satisfaction of bike-sharing systems: a combination of direct and indirect evaluations. *Transportation (Dordrecht).* https://doi.org/10.1007/s11116-022-10335-3

Kou, Z., Wang, X., Chiu, S. F. (Anthony), & Cai, H. (2020). Quantifying greenhouse gas emissions reduction from bike share systems: a model considering real-world trips and transportation mode choice patterns. *Resources, Conservation and Recycling*, *153*, 104534. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104534

López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2017). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA. https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsoccua_cap2-4a2017.pdf

Médard de Chardon, C., Caruso, G., & Thomas, I. (2016). Bike-share rebalancing strategies, patterns, and purpose. *Journal of Transport Geography*, *55*, 22–39. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.07.003

Miralles-Guasch, C., Roig-Costa, O., & Marquet, O. (2022). PATINETES ELÉCTRICOS Y BICICLETAS COMPARTIDAS. NUEVOS TRANSPORTES URBANOS, NUEVOS USUARIOS. EL CASO DE BARCELONA. *Papeles de Economía Española*, *171*, 148–176.

Paul, D. (2009). Bike-sharing: History, Impacts, Models of Provision, and Future. *Journal of Public Transportation*, *12*. https://digitalcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1196&context=jpt

Qiu, L. Y., & He, L. Y. (2018). Bike sharing and the economy, the environment, and health-related externalities. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(4). https://doi.org/10.3390/su10041145

Secretaría Distrital de Movilidad - Observatorio de Movilidad Bogotá (2019). *Encuesta de movilidad 2019*. Recuperado de https://observatorio.movilidadbogota.gov.co/encuesta-de-movilidad

Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá. (2022). *El sistema de bicicletas compartidas cumple un año transformando la movilidad de Bogotá*. Recuperado de https://www.movilidadbogota.gov.co/web/noticia/el_sistema_de_bicicletas_compartidas_cumple_un_ano_transformando_la_movilidad_de_bogota

Shen, X., & Chang, M. (2020). Choice Behavioral Model of Shared Bicycle: An Empirical Study Based on SEM. *Wireless Personal Communications*, *110*(1), 309–319. https://doi.org/10.1007/s11277-019-06728-w

Shin, E. J. (2021). A comparative study of bike-sharing systems from a user's perspective: An analysis of online reviews in three U.S. regions between 2010 and 2018. *International Journal of Sustainable Transportation*, *15*(12), 908–923. https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1830320

Sosa López, O. (2021). BICYCLE POLICY IN MEXICO CITY: Urban Experiments and Differentiated Citizenship. *International Journal of Urban and Regional Research*, *45*(3), 477–497. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1468-2427.12992

Tripodi, A., & Persia, L. (2015). Impact of bike sharing system in an urban area. *Advances in Transportation Studies an International Journal Section B*, *36*, 143. https://doi.org/10.4399/97888548856609

Washington, S. P., Karlaftis, M. G., & Mannering, F. L. (2003). *Statistical and econometric methods for transportation data analysis.* Chapman.

Xia, X., Jiang, H., & Wang, J. (2022). Analysis of user satisfaction of shared bicycles based on SEM. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, *13*(3), 1587–1601. https://doi.org/10.1007/s12652-019-01422-y

DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS GEOREFERENCIAL DE LA INFRAESTRUCTURA DE MICROMOVILIDAD EN EL PAR VIAL UBICADO EN LA LOCALIDAD DE TEUSAQUILLO, BOGOTÁ D.C.

Nicolas José Rodríguez A
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, nrodriguezac@unal.edu.co

Germán Andrés Torres Carmona
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, getorresc@unal.edu.co

Yessenia Cruz Caleño
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, yecruzca@unal.edu.co

Sergio Andrés Franco Reyes
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, safrancor@unal.edu.co

RESUMEN

En Bogotá, se encuentran condiciones favorecedoras para la micromovilidad como lo son su topografía con baja pendiente, un clima predominantemente frío y la presencia de aproximadamente 590 km de ciclo infraestructura en el área urbana. Aunque esta infraestructura es considerable, su continuidad no es total, y en ocasiones no satisface completamente las necesidades de todos los usuarios, presentando desafíos como desconexiones, falta de mantenimiento y planificación subóptima. El presente estudio se centra en un análisis diagnóstico a la infraestructura destinada para la micromovilidad llamada "El Par Vial", localizada en la localidad de Teusaquillo, Bogotá, la cual tiene unas condiciones muy particulares respecto a las demás cicloinfraestrcuturas que comúnmente se encuentran en la cuidad. La metodología comprende una revisión de las normas de diseño, el levantamiento y auditoria de la infraestructura existente mediante herramientas SIG, realización de encuestas de percepción a los usuarios de la malla vial y un análisis de siniestralidad; lo anterior con el fin de identificar las áreas de mejora como lo fueron zonas con escaso mantenimiento, con diseño inseguro de infraestructura y señalización, hallazgos de deficiencias de cobertura e interconexión, y la generación de recomendaciones concretas para mejorar la micromovilidad en la zona.

1. Introducción

En Bogotá se presentan unas condiciones que favorecen el uso de vehículos de micromovilidad, dentro de esas los 590 km de ciclo infraestructura presentes en el casco urbano (Secretaría Distrital de Movilidad - SDM, 2021). En el oriente de la misma, se encuentra la localidad de Teusaquillo, la cual se destaca por contener una amplia oferta educativa y de distintas zonas culturales atractoras de viajes. Adicional a esto, se encuentra alimentada por dos corredores viales de gran importancia para la ciudad. Dadas estas características se requiere reconocer los espacios asignados a medios de transporte diferentes al tráfico mixto convencional como lo son los pertenecientes a la micromovilidad.

Se debe entender a la micromovilidad como aquella forma de transporte que usa energía mecánica del esfuerzo propio del individuo o eléctrica motorizada siempre y cuando cumplan tres criterios importantes: energía limpia, baja velocidad y masa (ITF, 2020). Los vehículos de micromovilidad y principalmente la bicicleta ha ganado popularidad en las últimas décadas en la ciudad, en la cual se estima que se tienen 2.56 bicicletas por hogar, 16.799 patinetas eléctricas y 12.668 bicicletas de pedaleo asistido (SDM, 2023); sin embargo, este crecimiento puede verse obstaculizado por diferentes factores del diseño urbano tradicional enfocados en el tránsito mixto.

Con lo cual, en este análisis se cuestionan cuáles son aquellas condiciones y características físicas que influyen positiva y negativamente a la micromovilidad, teniendo como caso de estudio la ciclo infraestructura del par vial ubicado en el costado occidental de la carrera 19 entre calle 32 y calle 63, y el costado oriental de la carrera 16 entre calle 32 y calle 63 al interior de la localidad de Teusaquillo (Figura 1).

Figura 1: Localización del par vial

2. Metodología

Para generar un diagnóstico y revisión del diseño de la ciclo-infraestructura del par vial, se ha generado un levantamiento de información en diferentes índoles, inicialmente una búsqueda de documentación acompañada de un análisis comparativo para generar los criterios óptimos de diseño; seguido de un levantamiento de la zona de estudio en campo y traducidos a SIG, posteriormente una encuesta de percepción a los usuarios, y finalmente un análisis de los datos recogidos.

2.1. Matriz de Análisis Comparativo:

Siguiendo los preceptos de la metodología del análisis comparativo (Nohlen, 2013), se ha construido una matriz en la cual se compila la información en normas, guías y manuales internacionales y nacionales (Ministerio de Transporte, 2016) (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2023) (REF), referente a criterios de diseño de ciclo infraestructuras, especialmente de la correspondiente al caso de estudio.

2.2. Criterios de diseño.

Los criterios de diseño han sido seleccionados considerando la seguridad de los usuarios de vehículos de micromovilidad, por lo tanto, se han tomado los valores máximos de los factores de seguridad y de anchos de los componentes de la ciclobanda. Además, se tuvo en cuenta la frecuencia con la que cierto criterio se repite en la matriz de análisis comparativos (Nohlen, 2013); la presencia constante de un valor de criterio en los documentos analizados se selecciona ya que se interpreta como una buena práctica internacional.

Tabla 1. Matriz de análisis comparativo entre manuales de diseño de ciclo infraestructura.

	Distrital	Nacional	Internacional	Internacional	Criterio de diseño elegido.
	Alcaldía de Bogotá	Colombia	España	Perú	
	Manual de diseño de ciclorrutas.	Guía de ciclo infraestructuras para ciudades colombianas.	Guía de recomendaciones para el diseño de infraestructura ciclística.	Manual de diseño para infraestructura de ciclovías.	
Diseño geométrico					
Ancho unidireccional (m)	1,0	1,4	2,4	2,0	2,0
Ancho doble vía (m)	2,0	2,6	2,6	2,5 - 3	2,6

Largo (m)	1,75	1	1,9	1,5	1,75
Alto (m)	2,25	1,8	2,25	2,5	2,25
Sobreancho por árbol a un costado (m)	0,5	0,3	0,3	0,75	0,5
Sobreancho por sardinel/bordillo (m)	0,5	0,4	0,15	0,5	0,5
Velocidad de diseño (Km/h)	30	30	30	30	30
Radios de giro	Este se calcula respecto la velocidad de diseño, el peralte y el coeficiente de fricción.	Velocidad de 12 km/h: Radio de 3,2 metros Velocidad de 15 km/h: Radio de 6,5 metros Velocidad de 20 km/h: Radio de 10 metros.	Este dependerá si es un tramo largo o intersección, a su vez de la velocidad de diseño y del tipo de superficie de la vía.	Velocidad de 12 km/h: Radio de 3,3 metros Velocidad de 15 km/h: Radio de 4 metros Velocidad de 20 km/h: Radio de 5,2 metros.	Se adoptan las medidas utilizadas en la normativa colombiana.
Sobreanchos de ciclovía	0,25 m.	1,8 – 2 m.	1 m - 0,25 m.	Este dependerá respecto a la pendiente o al radio de curvatura de la vía.	Se adoptan las medidas utilizadas en la normativa peruana.
Peralte	2%.	No menciona.	No menciona.	Este no debe ser superior al 12%. Para ayudar a los ciclistas que van escalando un camino bidireccional con curvas pendientes mayores al 4%, el peralte debe ser inferior al 8%.	Se adoptan las medidas utilizadas en la normativa peruana.

2.3. Análisis de infraestructura existente

Se realiza la caracterización de la ciclo-infraestructura del par vial mediante una serie de visitas, en las cuales a través de registro en video y fotográfico se identifica el estado de la malla, diseño geométrico, sus conexiones con otras estructuras viales y con pasos peatonales, el inventario de señalización y semáforos, y coexistencia con el tráfico vehicular mixto. Esta información primaria combinada con información secundaria se consolidó mediante el uso de herramientas SIG.

Dado lo anterior se presenta una serie de mapas que permiten llegar a una aproximación de las relaciones entre siniestros viales y usos del suelo, ubicación de la señalización – semaforización, los defectos o deterioro del ciclo infraestructura y zonas de conflicto con el tráfico mixto.

2.4. Análisis de percepción

Según la encuesta de movilidad (SDM, 2023), se tienen 55.000 viajes en bicicleta durante la hora de la máxima demanda, adicionalmente de acuerdo con datos de la encuesta de cultura ciudadana (Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte, 2021) se estima que el 55% de los usuarios de bicicleta son personas entre 18 y 38 años.

La población objetivo de la encuesta fueron los usuarios del par vial. Para el cálculo del tamaño de muestra "n_{opt} "optima con un nivel de confianza "Z" del 90%, una probabilidad de éxito "p" del 5% y un error máximo admisible del 3%, se usa la siguiente ecuación (Martínez, 2012):

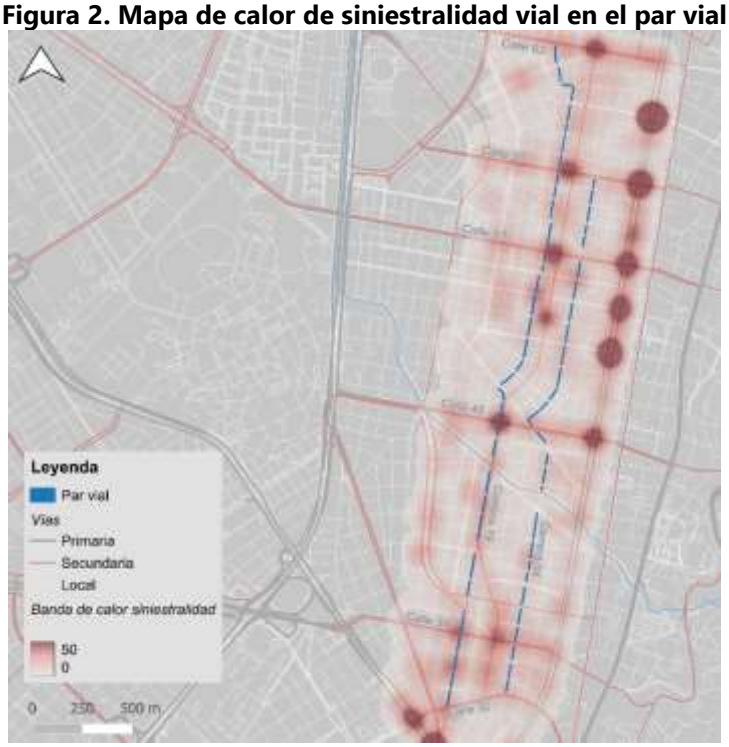
$$n_{opt} = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Se obtuvo de esta manera un tamaño de muestra óptima de 118 encuestados. La encuesta se estructuró de manera que las preguntas fuesen cerradas, cortas y concisas para reducir la presencia de sesgos, tanto muestrales como de procedimiento. Estas preguntas de percepción incluyen temas de circulación, seguridad vial y ciudadana, interconexión, accesibilidad y estado de la malla vial.

2.5. Mapa de Calor de Siniestralidad

Con base a las cifras de siniestralidad de la ciudad de Bogotá (SDM, 2021) se generó un mapa de calor que determina la densidad de siniestros viales presentados alrededor de la zona de estudio y través de un análisis comparativo entre las capas del mapa de calor mencionado y las demás generadas en la metodología, se obtienen una serie de factores de riesgo que pueden influir en la generación de siniestros viales a lo largo del par vial.

Figura 2. Mapa de calor de siniestralidad vial en el par vial



3. Análisis de la información

3.1. Arborización

Las zonas verdes contribuyen al usuario de micromovilidad a tener una experiencia más confortable en sus viajes gracias a su componente de paisaje urbano atractor de viajes ya que entre otros, incluye la mejora de la calidad del aire sobre la zona por donde pasa el trazado en la infraestructura y a que regula la temperatura en días soleados (Cardona, Bermúdez, 2019). De acuerdo con la figura 3, particularmente el sentido Norte – Sur, se tiene mayor área de zonas verdes y parques; al contrario. El sentido Sur - Norte pasa por una zona muy comercial a partir de la calle 49, en donde los árboles, parques y zonas verdes se cambian por comercios, talleres, centros educativos y en general áreas donde predomina el concreto.

Lo anterior es a fin con los resultados de la encuesta, en la cual el 28.6% de los usuarios indican que su principal motivación para usar el par vial es fomento de la salud mental y el bienestar.

3.2. Uso de suelo

En el área de estudio se logró georreferenciar 37 tipos de bienes y servicios. El uso del suelo predominante es residencial y con un aporte importante de zonas educativas y comerciales como se puede evidenciar en la figura 3. Teniendo lo anterior en mente se puede inferir inicialmente que se proyectan pocos siniestros viales dado que el límite de velocidad de la calzada mixta en zona residencial es de 30 km/h (Congreso de la República de Colombia, 2002) además de que estas vías son terciarias.

Figura 3. Mapa de uso de suelo en la zona limítrofe con el par vial

3.3. Accesibilidad

Mediante la revisión de los anchos de carril de la ciclo banda y la evaluación de la percepción de seguridad en la misma, se encuentra que a nivel infraestructura,

principalmente en la parte sur de la localidad, antes de cruzar la avenida calle 45 al norte, ambos sentidos del trazado de la infraestructura presentan su mayor anchura constante en promedio, lo cual en términos de circulación segura y accesibilidad son adecuadas para la movilidad de menores de edad, de adultos mayores y de personas con movilidad reducida.

Sin embargo, a su vez se indica que principalmente en las zonas de uso comercial, esta tendencia disminuye por la baja presencia de demarcación y de señalización vertical Esto también se evidencia en el resultado de la encuesta, dado que un 42,9% indica que el par vial no es apto o accesible.

3.4. Siniestralidad

Se generó un mapa de calor que determina la densidad de siniestros viales presentados alrededor de la zona de estudio y través de un análisis comparativo entre las capas del mapa de calor mencionado y las demás generadas en la metodología como paraderos de transporte público, parqueaderos, gasolineras, intersecciones y lugares donde la ciclo infraestructura está averiada o la señalización no es clara o no existe, se obtienen una serie de factores de riesgo que influyen en la generación de siniestros viales a lo largo del par vial. Los resultados de la encuesta indican que un 42% de los usuarios han experimentado situaciones de riesgo en la ciclobanda.

3.5. Incidencias por conflictos con paraderos de transporte público "SITP"

Nótese que los paraderos del transporte público interrumpen la infraestructura del par vial en su sentido Norte - Sur con un total de siete paraderos en su trazado, puesto que la Carrera 19 recibe gran flujo de rutas de transporte público, mientras que en el sentido contrario hacia el norte, sólo se ubican dos, muy cercanos entre sí.

Comparando el mapa de calor con los paraderos, no se encuentra una posible relación como se observa en la figura 4. En ese orden de ideas, es importante tener en cuenta que los paraderos anteriormente mencionados cumplen la tipología de ciclorrutas a nivel de calzada (SDM, 2020).

3.6. Incidencias por conflictos con parqueaderos y gasolineras.

De acuerdo con la comparación vista en el "mapa calor siniestros" y el análisis de las capas, en este caso el espacio de uso del suelo destinado a parqueaderos y gasolineras, se identificaron 34 usos del suelo destinados a parqueaderos y gasolineras, de los

cuales se encuentran dos ubicaciones donde esta demanda de parqueaderos se encuentra muy densificada y una gasolinera se ubica en un cruce que coincide con tráfico mixto y dos redes de ciclo infraestructura, una de ellas el par vial. En las tres ubicaciones mencionadas, ocurre un incremento de siniestros en el mapa de calor generado.

Por otra parte, entre la calle 37 y 38 sobre el sentido sur - norte de la ciclo-infraestructura, entre la avenida calle 45 y calle 44 del sentido sur - norte se encuentra un templo religioso que según se observa, puede generar siniestros viales. De igual manera en la diagonal 42A se encuentra que la presencia de la gasolinería puede fomentar siniestros viales dado que obliga a los vehículos a cruzar por la ciclo infraestructura, e incluso a irrespetar los semáforos y el sentido de la vía.

3.7. Siniestralidad en Intersecciones

A pesar de que la ciclo infraestructura interactúa muy seguido con el tráfico mixto al presentar cruces a la derecha en todo su trazado en ambos sentidos, las zonas donde más siniestros viales ocurren son donde se presentan intersecciones entre vías primarias y secundarias de tráfico mixto de alta capacidad. Estos cruces se marcan de manera contundente en el mapa de calor, siendo estos: la calle 63, calle 57, calle 53, calle 45 y calle 34 respectivamente como se evidencia en la figura 2.

3.8. Inferencia de la ciclo-infraestructura averiada

Como puede esperarse, la ciclo infraestructura presenta deterioro en algunos puntos específicos de su trazado, los más comunes son huecos y grietas en el pavimento, raíces de árboles que levantan el pavimento y alcantarillado en pleno espacio del par vial. Estas situaciones pueden generar siniestros puesto que las llantas de los vehículos catalogados dentro de la micromovilidad en su mayoría son pequeñas (ITF, 2020). Estas imperfecciones en el estado de la ciclo-infraestructura, sumado a tramos de ciclobanda angostos, puede generar riesgos adicionales al usuario de la micromovilidad, dado que éste debe hacer un mayor esfuerzo de maniobra para evitar siniestros. Estas variaciones en su ancho se dan con más frecuencia en la parte más norte de ambos sentidos, después de la calle 53, coincidente con la localización de usos de suelo comercial.

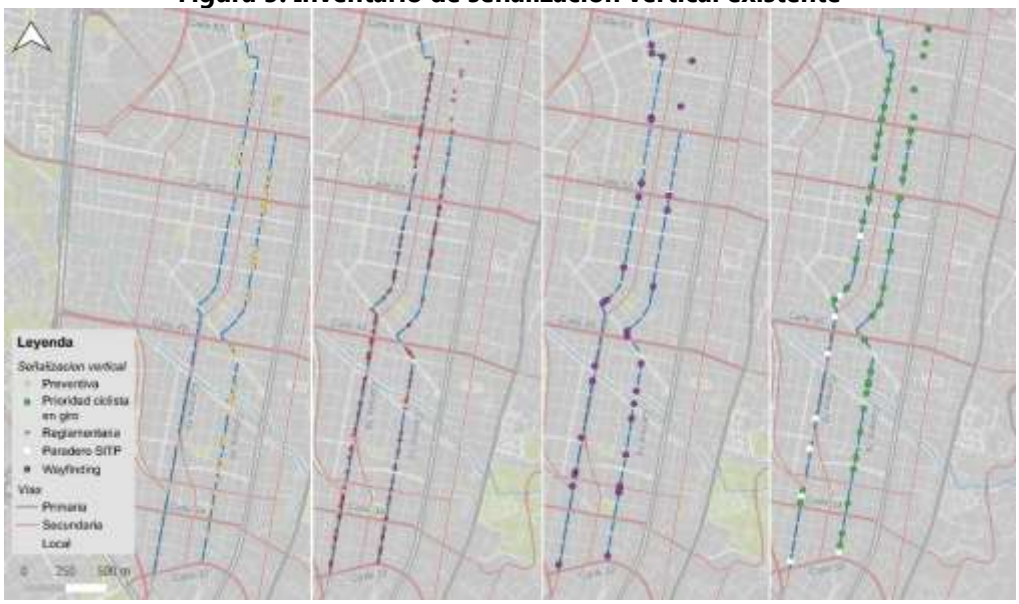
Figura 4. Inventario de afectaciones a la ciclo infraestructura

3.9. Diagnóstico de la Señalización y Semaforización del Par Vial

El par vial está acompañado de una gran cantidad de señales dedicadas a la ciclo-infraestructura, sin embargo, estas no son homogéneas a lo largo del trazado de la ciclo infraestructura, especialmente cuando esta se va aproximando al norte de la localidad de Teusaquillo, puesto que ya no se encuentran con la frecuencia que mantiene antes de la calle 45 al sur. Lo mismo sucede con la demarcación en intersecciones. Una gran virtud que tiene el par vial es el acompañamiento de un tipo de señalización llamada Wayfinding en todo su recorrido, esta indica a los usuarios de la micromovilidad los lugares de interés cercanos y la distancia a la que se encuentran (García Moreno, 2015). Esto es de suma importancia para visualizar la conexión que tiene esta infraestructura con posibles zonas atractoras de viajes que fomenten la movilidad activa. Sin embargo, se encuentra que no es suficiente o no es visible la semaforización dedicada a los usuarios de micromovilidad, como es el caso del semáforo de la Calle 53 en sentido Sur-Norte.

Analizando las capas de localización de la señalización y semaforización con el mapa de calor y en concordancia con lo expresado en el análisis de las intersecciones, se encuentran altas concentraciones de siniestros en intersecciones entre vías primarias y secundarias, aún en los casos con presencia de semáforos.

Figura 5. Inventario de señalización vertical existente



4. Conclusiones

En este tipo de infraestructura con sentidos paralelos pero separados por dos o tres calles en promedio, puede resultar difícil recrear condiciones paisajísticas y urbanísticas en ambos sentidos a favor del usuario de micromovilidad, ya que esto dependerá de la distribución vigente de la ciudad a intervenir, en todo caso puede ser una buena excusa para la promoción de la arborización del territorio y de la armonía urbanística.

La disposición de los paraderos de transporte público en el caso de estudio, aunque inevitablemente obstruye el flujo normal de circulación de los usuarios de micromovilidad, no generan un mayor riesgo. Esto a su vez soporta que la distribución que se indica en la norma local es adecuada.

Se evidencia que en las zonas comerciales la infraestructura tiende a estar más abollada y carece la arborización, esto puede generar una percepción de inseguridad.

En las intersecciones viales entre vías primarias y secundarias se presenta el mayor riesgo de siniestro vial para usuarios de micromovilidad, con lo cual se sugiere reforzar el diseño de los componentes del sistema seguro.

Si bien existe una alta oferta de señales verticales, la visibilidad de algunas de estas se ve afectada por la presencia de árboles, ventas ambulantes, otras señales y postes; generando otro posible factor de riesgo.

5. Referencias Bibliográficas

Dieter Nohlen. (2013). Ciencia política comparada el enfoque histórico-empírico. Universidad de Granada.

Dimas García Moreno. (2015). Wayfinding y sistemas de diseño de orientación espacial. Universidad Internacional de Andalucía. Madrid Accesibility Week.

FONAM. (2005). Manual de diseño para infraestructura de ciclovías.

International Transport Forum. (2020). Safe Micromobility. Obtenido de International Transport Forum: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/safe-micromobility_1.pdf

Karla Cristina Cardona Arango, Verónica Bermúdez Zapata. (2019). ARBOLADO URBANO COMO ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE. Universidad de Antioquia.

Ministerio de Transporte. (2015). Guía de ciclo – infraestructura para ciudades colombianas. Obtenido de https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/4853/publicacionesmovilidad_sostenibleguia_de_ciclo-infraestructura_para_ciudades_colombianas/

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2023). Guía de recomendaciones para el diseño de infraestructura ciclista. Obtenido de https://esmovilidad.mitma.es/estrategia-estatal-por-la-bicicleta/guia-de-recomendaciones-para-el-diseno-de-infraestructura-ciclista

Reyes Avilés Isabel, Gutiérrez Chaparro Juan. (2010). Los servicios ambientales de la arborización urbana: Retos y aportes para la sustentabilidad de la ciudad de Toluca. Universidad Autónoma del estado de México.

Secretaría Distrital de Movilidad. (2002). LEY 769 DE 2002 "Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones". Obtenido de https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/ley-769-de-2002-codigo-nacional-de-transito_3704_0.pdf

Secretaría Distrital de Movilidad. (2019). Aprende a identificar los puntos ciegos para evitar accidentes en las vías. Obtenido de https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/los-puntos-ciegos-son-causales-de-accidentes-de-transito-en-bogota

Secretaría Distrital de Movilidad. (2020). RESOLUCIÓN No. 269 DE 2020: Por medio de la cual se modifica la Resolución 264 de 2015 y se dictan otras disposiciones. Obtenido de https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/19-10-2020/resolucion_269_de_2020_paradereros_transporte_publico_con_accesibilidad-_seguridad_para_usuarios.pdf

Secretaría Distrital de Movilidad. (2021). Siniestros viales georreferenciados desde el año 2015 en la ciudad de Bogotá D.C. Obtenido de https://datos.movilidadbogota.gov.co/datasets/movilidadbogota::accidente-1/explore?location=4.605009%2C-74.083146%2C16.88

Secretaría Distrital de Movilidad. (2021). Bogotá implementa 280 kilómetros nuevos de ciclo infraestructura y 50.000 ciclo parqueaderos de espacio público. Obtenido de https://www.movilidadbogota.gov.co/web/noticia/bogota_implementa_280_kilometros_nuevos_de_cicloinfraestructura_y_50000_cicloparqueaderos_de

Secretaría Distrital de Movilidad. (2023). Encuesta de Movilidad Bogotá – Región 2023. Obtenido de https://www.encuestademovilidad2023.com/_files/ugd/f37886_16e07dc039a34704aa8853f500c5490e.pdf

EFECTO DE ACTITUDES Y PERCEPCIONES EN LA INTENCIÓN DE USAR LA BICICLETA Y PATINETA ELÉCTRICAS

Yeison Alexander Quiroz Jiménez
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. yeison.quiroz@uptc.edu.co

Luis Gabriel Márquez Diaz
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. Luis.marquez@uptc.edu.co

Jonatan Jair Villamarín Monroy
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. Jonatan.villamarin@uptc.edu.co

RESUMEN

La movilidad en modos activos en Bogotá constituyó el 6.6% de todos los desplazamientos en la ciudad durante el año 2019, lo que refleja el creciente interés de los ciudadanos por la utilización de estos medios de transporte. En paralelo, en consonancia con una tendencia global, los servicios de micromovilidad compartida han experimentado un aumento en Bogotá en los últimos años, incluyendo opciones como las patinetas eléctricas y las bicicletas eléctricas.

El objetivo de esta investigación radica en evaluar, a través de una metodología de elección discreta híbrida, la percepción y la predisposición a usar estos vehículos de micromovilidad, específicamente la bicicleta y la patineta eléctrica. Se pretende identificar tanto las variables tangibles como las latentes que influyen en la elección de estos modos de transporte. Para ello, se desarrollará un experimento de preferencia declarada (EPD) dirigido a los residentes de Bogotá.

Los modelos elaborados revelan una mayor preferencia hacia la bicicleta eléctrica en comparación con el scooter. Sin embargo, se observa que las mujeres, las personas de entre 26 y 35 años y aquellos con un estrato socioeconómico del hogar de 5 o 6 años podrían ser los potenciales usuarios del servicio de scooter. Gracias a la aplicación del modelo híbrido, se pudo destacar la relevancia que tiene la percepción de la seguridad vial en la elección de la patineta eléctrica.

1. Introducción

Desde finales de 2018, siguiendo una tendencia global, los servicios de alquiler de patinetas y bicicletas a través de aplicaciones móviles han llegado a Bogotá. Estos servicios, categorizados como micromovilidad, han planteado diversos desafíos para la ciudad, destacándose la seguridad vial y el uso adecuado del espacio público.

En respuesta a esta situación, la Administración Distrital, a través de la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM), en su rol como autoridad de tránsito y transporte, ha emprendido diversas acciones y ha publicado regulaciones con el fin de fomentar el uso responsable de estas alternativas en la ciudad. Esta colaboración involucra a usuarios, residentes, entidades administrativas y empresas prestadoras de estos servicios con el objetivo de mitigar las externalidades negativas asociadas al uso indebido de estos vehículos.

La micromovilidad, una opción para desplazamientos de corta distancia, ha ganado progresivamente importancia año tras año. Según la Encuesta Origen-Destino de Hogares, el modo bicicleta representó el 6,6% de los viajes en Bogotá en el año 2019. A su vez, los avances tecnológicos han permitido que las personas accedan a bicicletas y patinetas eléctricas a precios más accesibles, gracias a pequeños motores eléctricos, baterías, conectividad celular y GPS integrado. La posibilidad de utilizar dispositivos móviles para buscar y reservar viajes ha impulsado la viabilidad de los servicios "a pedido" y el uso compartido de vehículos personales pequeños, eficientes y económicos.

Estos servicios que congregan a usuarios y vehículos en áreas urbanas están estableciendo el modelo de implementación de la micromovilidad a nivel mundial. Han experimentado un crecimiento más rápido que el compartido de automóviles y se perfilan como una forma común de desplazamiento urbano.

Esta investigación tiene como propósito evaluar la aceptación y las preferencias de los habitantes de Bogotá en relación con el uso compartido de bicicletas y patinetas eléctricas como sistemas de micromovilidad. Para lograrlo, se planea llevar a cabo a cabo encuestas de preferencia declarada, en las cuales se someterá a los participantes a ejercicios de elección modal entre scooter, bicicleta eléctrica y su modo de transporte actual.

El proceso de selección de alternativas y atributos a incluir en los ejercicios de preferencia declarada se basó en una revisión de la literatura y en la evaluación del contexto bogotano. El objetivo es identificar las variables tangibles que explican el comportamiento de las personas frente a la elección de estos vehículos de

micromovilidad. Además, se incorporarán indicadores de percepción relacionados con el uso de estas alternativas en el cuestionario. Esta estrategia busca identificar aquellas variables intangibles que influyen en la aceptación o rechazo de estos vehículos.

Por último, se propone desarrollar modelos híbridos de elección discreta que incorporan las variables latentes no tangibles. Estos modelos permitirán inferir la posición del usuario respecto a la selección entre bicicletas y patinetas eléctricas como medios de micromovilidad.

2. Micromovilidad

La Alcaldía de Bogotá, por medio del Decreto 121 de 2020, definió la micromovilidad como la "movilización personal en vehículos de baja velocidad, pequeños y ligeros que funcionan con autopropulsión o energía eléctrica y que son usualmente utilizados en viajes de corta distancia"; esto incluye, pero no se limita a bicicletas y patinetas".

Según el Libro de Tácticas para la Micromovilidad Compartida por Transportation for America, definen la micromovilidad compartida como toda solución de transporte pequeña de tracción humana o eléctrica tal como las bicicletas, bicicletas eléctricas, patinetas, patinetas eléctricas o cualquier otro vehículo pequeño y ligero que se use como recurso compartido entre múltiples usuarios.

Estos sistemas usualmente permiten viajes de un punto a otro, y la mayoría de las empresas brindan al cliente un modelo de servicio similar. Los vehículos se distribuyen en una comunidad, y por lo general los clientes pueden utilizar su teléfono inteligente para encontrar y desbloquear el vehículo, así como pagar por el viaje usando una aplicación móvil. En la actualidad las tarifas incorporan una tarifa fija más un cobro por minuto. Los modelos operativos comerciales varían sustancialmente entre empresas y afectan el tipo de operación, así como el mantenimiento suministrado.

En los servicios de uso compartido de bicicletas eléctricas (e-bike) y patinetas eléctricas (e-scooter), implica que los vehículos se encuentren en distintos lugares, en una disposición de flotación libre (es decir, sin la obligación de devolverlos a una ubicación específica) y dentro de una región geográfica predefinida o delimitada. En comparación con el transporte, los servicios para compartir e-scooter, e-bike, entre otros, se centran más en las zonas céntricas de las ciudades, ya que la mayor proporción de sus viajes, son viajes de corta distancia y alta frecuencia en línea con los patrones de viajes urbanos.

El sistema de Bicicletas compartidas (bikesharing) fue la primera forma de micromovilidad y ha sido la de más rápido surgimiento durante la última década, como

lo demuestran los datos sobre el número de bicicletas de uso público de autoservicio en todo el mundo, pasaron de ser de menos de 400.000 en 2010 a más de 1,2 millones en 2015, más de 10 millones en 2017 y hasta casi 18 millones en 2020. El gran aumento de los programas de bicicletas compartidas a partir de 2015 ha sido impulsado por una expansión muy rápida en China. Es así como el uso compartido de bicicletas sigue siendo relevante y en aumento hoy en día, a pesar de los desarrollos negativos que provocaron el cierre de muchos esquemas debido a fallas financieras u operativas, con implicaciones negativas para la imagen y el concepto de compartir bicicletas (Nikitas, 2019).

No obstante, el esquema de bicicletas compartidas generan impactos en las ciudades, por ejemplo en China, los efectos positivos es que el 80% de las 100 ciudades más grandes de experimentan mejoras en las condiciones del tráfico local y también se disminuye la contaminación del aire, pero por otro lado, los efectos negativos es que se presenta un mayor vandalismo y se genera más basura, y también se aumentó el riesgo de accidentes por un comportamiento inadecuado de los usuarios, como por ejemplo, el uso de teléfonos inteligentes mientras se conduce.

El Uso compartido de patinetas sin muelle (Dockless e-scooter sharing) es una forma de micromovilidad que ha experimentado un rápido crecimiento desde su primera implementación a finales del 2017. Su implementación inicial (principalmente en los Estados Unidos), alcanzó un millón de viajes después de 31 semanas y seis millones de viajes después de 58 semanas. Actualmente muchas empresas operadoras de estos sistemas integran su oferta dentro de plataformas basadas en aplicaciones (por ejemplo, Jump, y ahora Lime, en la aplicación Uber, Lime en la aplicación Google Maps) lo que les permite tener mayor accesibilidad. En Colombia, por ejemplo, la empresa de e-scooter Grin integro hasta el 2020 su servicio con la empresa de mensajería Rappi

A pesar de la serie de problemas de los e-scooters (por ejemplo, que terminan en lagos y océanos, congestión de aceras, robos y lesiones) y desafíos pendientes para garantizar que los modelos comerciales sean económicamente sostenibles, los e-scooters han respondido con éxito al deseo de una alternativa viable de última milla a las opciones de transporte actuales (Ajao, 2019)

La operación compartida de la bicicleta y las patinetas eléctricas en ciudades es común, como ejemplo se encuentra la ciudad de Washington, Ciudad de México y previo a la pandemia por COVID 19, la ciudad de Bogotá entre otras, sin embargo, a la fecha no se encontraron estudios a nivel nacional e internacional que evalúen la probabilidad de elección entre estos dos vehículos y mucho menos teniendo en cuenta la percepción del usuario frente a estos dos vehículos.

La teoría de la utilidad aleatoria proporciona el fundamento teórico de los modelos de elección discreta (Ortúzar & Román, 2003). Esta teoría parte de un individuo perfectamente racional que siempre opta por la alternativa que le supone una mayor utilidad (Orro Arcay, 2005). En este tipo de modelos el individuo no necesariamente elige la alternativa que da la mayor utilidad; en lugar de esto, existe una probabilidad de elegir cada una de las posibles alternativas, incorporando la idea de "racionalidad limitada" dado que los individuos no necesariamente seleccionan lo que es mejor para ellos (Córdoba Maquilón, 2010).

El conjunto de alternativas debe cumplir tres características: las alternativas deben ser mutuamente excluyentes desde la perspectiva del tomador de decisiones, es decir, elegir una alternativa implica necesariamente no elegir ninguna de las otras; el conjunto debe ser exhaustivo, es decir, que todas las alternativas posibles sean incluidas, y el individuo debe optar por alguna; y por último, el número de alternativas debe ser finito. En caso contrario no se pueden aplicar modelos de elección discreta (Córdoba Maquilón, 2010).

Los resultados se basan en determinar a partir de los viajes realizados, cuáles son las preferidas, es el caso de Lime10, quien descubrió que sus bicicletas eléctricas son las preferidas para los viajes diarios (42% para bicicletas eléctricas frente al 30% para scooters) Respecto a la literatura, en general, cuando se revisa los análisis realizados a estos vehículos por separado, si se encuentra información y en especial para las bicicletas. (Orrego Álvarez, 2021) evalúa la percepción de las mujeres respecto al uso de la bicicleta como medio de transporte en la ciudad de Medellín. Por otro lado (Márquez, 2016) evaluó y corroboró que la percepción de seguridad es significativa en el proceso de elección y, por lo tanto, tiene un efecto en la predicción de la demanda por la integración entre la bicicleta y el metro.

Existen otras instancias de modelización centradas en la bicicleta que brindan conocimientos acerca de los elementos que influyen en el ciclista y su conducta. Estas experiencias abarcan aspectos tales como evaluar el nivel de servicio de las vías para los ciclistas, entender la reacción de los ciclistas frente a la velocidad de los vehículos con los que comparten el camino, establecer parámetros de diseño para rutas ciclistas basados en las percepciones de los ciclistas y aplicar microsimulaciones para representar el flujo de tráfico en detalle.

En cuanto a las patinetas eléctricas, (Hurtado et al., 2020) buscaron determinar la probabilidad de la intención de uso de las patinetas eléctricas en la localidad de Chapinero (Bogotá), a través variables encontradas a partir de un estudio bibliométrico y cualitativo. Los resultados encontrados es que probabilidad de uso de las patinetas cuando se implementan las variables Conocimiento previo e Incentivos, aumenta 85

puntos porcentuales, lo cual evidencia la importancia del estudio de las variables que afectan el uso de las patinetas. En este estudio se observó que las personas consideran las patinetas eléctricas como un medio de transporte amigable con el medio ambiente que evita la congestión de personas. Además, se encontró que los incentivos tienen un efecto estadísticamente significativo en el uso de la patineta y el efecto de estos no varía significativamente dependiendo del género de la persona. Adicional, el conocimiento de las patinetas por parte de las personas se ve afectado por su estrato socioeconómico. Finalmente, se observó que el efecto de los incentivos sobre el uso de la patineta es mayor al efecto por parte del conocimiento de esta. Además, este estudio expresa las limitaciones con las que se contó, entre estas que "Existen variables no comportamentales como el precio, seguridad e infraestructura vial que influyen en los ciudadanos al momento de elegir el medio de transporte en la ciudad y variables comportamentales que comprenden aspectos sociales y culturales en la ciudadanía como el miedo, solidaridad, disposición de uso y motivación que tienen gran relevancia en estudios.

3. Metodología

El objetivo principal de este estudio es evaluar la aceptación y las preferencias de los bogotanos frente al uso de la e-bike y el e-scooter como parte de un sistema de micromovilidad compartida. De esta manera, este estudio se divide en estimar los modelos discretos con base en los datos obtenidos de una encuesta de preferencias declaradas (PD) y segundo, evaluar el efecto de las variables tangibles y latentes, que permitan inferir la posición del usuario frente a la selección de estos dos vehículos de micromovilidad.

La encuesta de preferencia declarada plantea la posibilidad de un transporte alternativo para realizar sus viajes de primera y última milla, así como la conexión con otros medios de transporte, en donde se establecen dos alternativas de elección de vehículo de micromovilidad, los scooteres eléctricos (escooter) y las bicicletas de pedaleo asistido o eléctricas (e-bike). Teniendo en cuenta esto, se buscaron atributos propios y comunes de cada uno que se presentan en el momento de realizar un viaje. Esto permite evaluar la aceptación y comparar las preferencias frente a las opciones hipotéticas de cambio modal para realizar sus viajes cortos o de conexión con otros medios de transporte. Siendo así, fueron elegidas tres variables explicativas que se detallan en la Tabla 1.

Tabla 21: Atributos usados en el experimento

Atributos	Nivel		e-scooter	e-bike (2)	Modo habitual (3)
Sistema	2	0	Anclado	Anclado	
		1	Dockless	Dockless	

Atributos	Nivel		e-scooter	e-bike (2)	Modo habitual (3)
Tarifa	3	0	$ 3.300	$ 3.000	Tarifa habitual
		1	$ 5.300	$ 4.800	
		2	$ 7.300	$ 6.600	
Tiempo de viaje	3	0	5	5	Tiempo de viaje habitual
		1	10	10	
		2	15	15	

Para la identificación de variables latentes relevantes en el proceso de elección se empleó un conjunto de indicadores. Se consideraron las variables latentes, (i) Ambiental (ii) Comodidad y (iii) Seguridad; los efectos de estas variables fueron capturados a través de 3 indicadores de actitud y 14 indicadores de percepción, que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2: Indicador de variables latentes

Variables	Indicador	Afirmación	Signo esperado
Actitud de conciencia ambiental	Ind_1	¡Usar bicicleta eléctrica o patineta eléctrica es un comportamiento pro ambiental!	+
	Ind_2	¡La generación de baterías para estos vehículos afecta el medio ambiente!	+
	Ind_3	¡Usar bicicletas y patinetas eléctricas disminuye la contaminación por ruido!	+
Percepción de comodidad en la bicicleta	Ind_4	¡El tamaño de las llantas de la bicicleta facilita la conducción!	+
	Ind_5	¡Viajar sentado y pedaleando es cómodo en bicicleta!	+
	Ind_6	¡Me siento cómodo conduciendo la bicicleta por las ciclorrutas!	+
Percepción de comodidad en la patineta	Ind_7	¡El tamaño de las llantas de la patineta facilita la conducción!	-
	Ind_8	¡Viajar de pie es cómodo en la patineta!	-
	Ind_9	¡Me siento cómodo conduciendo la patineta por los andenes!	+
Percepción de seguridad en la bicicleta	Ind_10	¡Me preocupa sentirme inestable, no tener el control y caerme si conduzco una bicicleta!	+
	Ind_11	¡Si me caigo de la bicicleta puede llegar a causarme lesiones!	+
	Ind_12	¡Me preocupa tener un accidente mientras conduzco una bicicleta en la ciudad!	+
	Ind_13	¡Si atropello a un peatón con la bicicleta puedo causarle daño por el tamaño del vehículo!	+
Percepción de seguridad en la patineta	Ind_14	¡Me preocupa sentirme inestable, no tener el control y caerme si conduzco una patineta!	+
	Ind_15	¡Si me caigo de la patineta puede llegar a causarme lesiones!	+
	Ind_16	¡Me preocupa tener un accidente mientras conduzco una patineta en la ciudad!	+
	Ind_17	¡Si atropello a un peatón con la patineta puedo causarle daño por el tamaño del vehículo!	+

Los indicadores fueron medidos en una escala de Likert de 5 puntos, que iba desde "totalmente en desacuerdo" hasta "totalmente de acuerdo".

Las encuestas fueron elaboradas por medio de un software especializado en la creación de encuestas online y aplicadas durante el mes de septiembre del 2022. Para asegurar una mayor tasa de respuesta, las encuestas se compartieron por medio de redes sociales y correo electrónico con el fin de tener la mayor heterogeneidad en la población encuestada y no generar sesgos en los resultados. Estas aplicaciones permiten obtener los resultados en tiempo real, así como presentar los resultados de forma automática, exportarlos e integrarlos con los softwares de procesamiento utilizados. Se considera que la población objetivo corresponde a todos los habitantes que podrían llegar a realizar viajes cortos en los sistemas de micromovilidad compartida en e-bike y e-scooter. Para verificar la población que está dispuesta a cambiar su modo actual por los presentados en la encuesta, se realizó una pregunta identificando cuál era su modo actual obteniendo una muestra de conveniencia de usuarios potenciales.

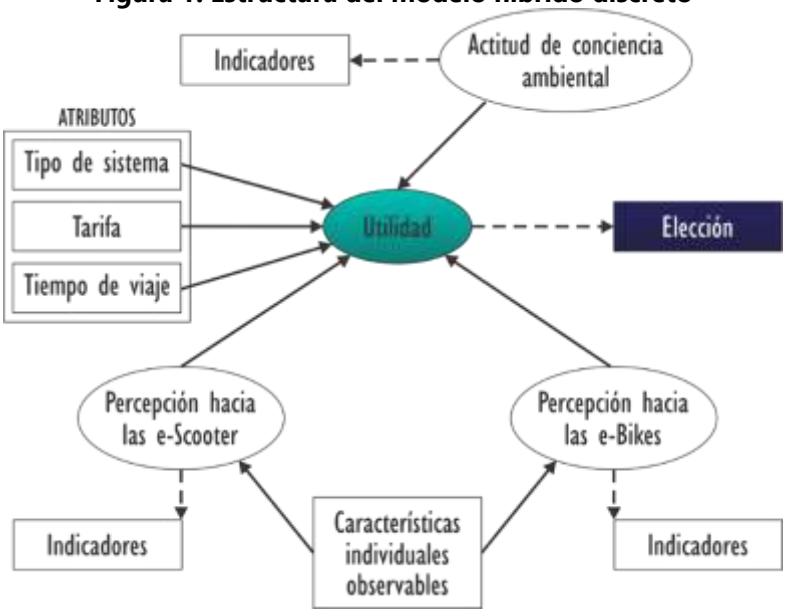
En total, 859 personas visitaron la encuesta en línea, 590 no concluyeron la encuesta y 278 completaron la encuesta (tasa de finalización del 36%), con un tiempo promedio de aproximadamente 8 minutos. De estas 278, no se consideraron 12 encuestas, que corresponden a personas que no viven o no han vivido en la ciudad de Bogotá, para un total de la muestra de 266 encuestas.

Los resultados para los experimentos de preferencias declaradas mostraron estar bastante balanceados, sin que existan alternativas dominantes. Sumado a esto, en todos los experimentos la distribución estuvo uniforme, en donde más del 63% de los encuestados efectivamente realizó una elección entre los dos modos evaluados, en vez de marcar que ninguna alternativa era aceptable y decidían mantener su viaje en el modo habitual.

4. Resultados y discusión

En los últimos años existe la tendencia de incluir variables latentes en los modelos de elección discreta debido alto impacto que puede tener en el análisis de políticas públicas (Vij & Walker, 2016). Las variables latentes pueden tener una alta influencia en la elección y se pueden clasificar en dos grupos actitudes o percepciones. Se estimó un modelo de elección híbrido discreto, cuya estructura se presenta en la Figura 1.

Figura 1: Estructura del modelo híbrido discreto



Se probó incluir las cuatro variables latentes calculadas, sin embargo, tres variables latentes salieron no significativas y con el signo esperado contrario al incluirlas en el modelo de elección modal, estas son: Comodidad en la bicicleta, comodidad en la patineta y ambiental. Es importante resaltar que esto no indica que estas variables no sean relevantes en la elección modal, sino que los indicadores que miden esa variable no tienen influencia en la bondad de ajuste de estos modelos. En la Tabla 3 se observan los resultados encontrados del modelo híbrido incluyendo la variable latente de siniestralidad en la patineta.

Tabla 3: Características por estrato

Parámetro	Estimado	t-robusto
ASC Scooter [1]	0.31	0.75
ASC Bicicleta eléctrica [2]	1.52	3.56
ASC Caminata [3]	0.00	NA
ASC Bus [3]	0.38	1.00
ASC Bicitaxi [3]	0.47	0.79
ASC Taxi y Servicios solicitados por app [3]	-1.02	-2.35
ASC Motocicleta [3]	-0.43	-0.53
ASC Auto [3]	-0.67	-1.12
ASC Moto eléctrica [3]	0.04	0.12
Tarifa bicicleta eléctrica [2]	-0.40	-8.21
Estrato 1, 2, 3 y 4	-0.34	-6.75
Estrato 5 y 6	-0.17	-2.56
Mujer - Scooter [1]	0.99	2.82
Mujer - Bicicleta eléctrica [2]	0.58	1.71
Personas entre 26 y 35 años - Scooter [1]	0.64	1.86

Parámetro	Estimado	t-robusto
Personas entre 26 y 35 años - Bicicleta eléctrica [2]	-1.56	-1.11
Personas mayores de 60 años - Scooter [1]	0.21	0.62
Personas mayores de 60 años - Bicicleta eléctrica [2]	-2.04	-1.77
Efecto panel [1, 2, 3]	-1.55	-14.57
VL - Siniestralidad scooter [1]	-0.38	-2.97
Mujer (Siniestralidad scooter)	0.54	3.01
Experiencia previa en Scooter (Siniestralidad scooter)	-0.52	-2.71
Estudios superiores (Siniestralidad scooter)	-0.23	-1.33
Parámetros estimados	31	
Número de personas	266	
Log verosimilitud final	-2036.98	

Se observa que la variable latente de siniestralidad tiene una influencia negativa a la hora de escoger scooter como alternativa de transporte. Esta variable latente está descrita por tres indicadores: (1) Me preocupa sentirme inestable, no tener el control y caerme si conduzco una patineta, (2) Si me caigo de la patineta puede llegar a causarme lesiones y (3) Me preocupa tener un accidente mientras conduzco una patineta en la ciudad. Estos indicadores tienen una significancia estadística mayor a un nivel de confianza del 95%.

Además, las mujeres tienen una percepción de riesgo de accidente en scooter más alta en comparación con los hombres. En cambio, si la persona tiene experiencia previa en el uso de scooter esta percepción de riesgo es menor, tanto que puede minimizar la percepción de riesgo de accidente de las mujeres. Por tanto, se puede plantear como iniciativa de política pública la implementación de campañas de aprendizaje en el uso de patinetas lo que incentivaría el cambio modal hacia esta.

Se inició utilizando modelos MNL simples con el objetivo de identificar las variables más adecuadas para describir las preferencias de las personas. Estos modelos se basaron en términos estadísticos y se mantuvieron coherentes con los principios de la teoría microeconómica. Para llevar a cabo la estimación de estos modelos, se empleó el software Apolo, una herramienta versátil y gratuita basada en R.

Los parámetros relacionados con el tiempo de viaje y el tipo de sistema (anclado o no anclado) arrojaron resultados inesperados desde una perspectiva estadística. En el caso del tiempo de viaje, el parámetro presentó un signo positivo que se contrapuso a la lógica microeconómica. Una posible explicación radica en que, debido a la naturaleza de los viajes de corta duración (hasta 15 minutos como máximo), las personas podrían haber descartado la relevancia de este parámetro en sus elecciones modales. Respecto al sistema anclado, si bien el signo del parámetro concordó con las expectativas

(negativo), no se logró obtener significancia estadística al 95% de confianza. Esta circunstancia podría derivarse de dos razones: en primer lugar, la falta de visibilidad sobre el tiempo adicional asociado al sistema anclado pudo haber llevado a que las personas no consideraran este factor con suficiente peso; en segundo lugar, es posible que el sistema anclado no desempeñe un papel significativo en las elecciones modales para viajes de corta distancia. Con el objetivo de mantener la coherencia y la integridad en los resultados, se excluirán dichos parámetros en la estimación de los modelos. En pos de alcanzar una comprensión más completa, se optó por buscar un enfoque con una mayor capacidad explicativa. En consecuencia, se decidió incorporar variables que pudieran capturar la diversidad de preferencias entre individuos.

Se identificó que las personas pertenecientes a los estratos socioeconómicos 5 o 6 demuestran una mayor disposición a pagar por la alternativa de Scooter. Esto sugiere un mayor poder adquisitivo y una mayor apertura al cambio modal hacia esta opción. Además, las mujeres presentan una preferencia más pronunciada por la alternativa de Scooter en comparación con los hombres.

Se constató también que las personas de edades comprendidas entre 26 y 35 años tienen una disposición más fuerte para utilizar tanto los servicios de scooter como los de patineta eléctrica. En contraste, aquellos mayores de 60 años muestran una tendencia a mantener su opción de transporte actual sin considerar un cambio. Estos hallazgos resultan esenciales para la caracterización de los posibles usuarios potenciales de la alternativa de Scooter. En este sentido, las probabilidades más altas de adopción futura de este modo de transporte recaen en mujeres, individuos de estrato 5 o 6, así como aquellos con edades entre 26 y 35 años.

Además, se constató que las personas con experiencias previas en el uso de patinetas eléctricas tienen una mayor disposición a utilizar los servicios de Scooter. La familiaridad con el control y la maniobrabilidad de estos vehículos genera confianza en su uso en posibles escenarios futuros.

Es importante resaltar que los datos de Preferencias Declaradas (PD) presentan la particularidad de potenciales correlaciones debido a que varias respuestas provienen de la misma persona (efecto panel). Para controlar este efecto, se requiere la estimación de modelos más avanzados y flexibles, como el logit mixto con componentes de error. En el modelo calculado (MNL +VSG + Efecto panel), el efecto panel se destaca por su alta significancia y contribuye de manera significativa a la verosimilitud, en comparación con los modelos anteriores.

5. Conclusiones

Los resultados muestran que las mujeres tienen una percepción más alta de siniestralidad en la scooter y bicicleta eléctrica que los hombres. Sin embargo, el hecho de que las personas tengan experiencia previa en el uso de scooter y bicicleta eléctrica hace que su percepción de siniestralidad sea más baja. La edad de la persona también es una característica influyente en la comodidad de manejar bicicleta o patineta eléctrica, siendo más cómodo para personas jóvenes (26 a 35 años) y menos para adultos mayores (mayor de 60 años).

Por otro lado, si la persona es un usuario de auto o del servicio de transporte público individual (taxi o solicitado por aplicación) tiene una percepción de comodidad más baja a la scooter o patineta eléctrica en comparación con su modo actual. Es de resaltar que este tipo de usuarios está acostumbrado a un estándar de comodidad que les brinda su modo de transporte actual (auto o taxi) lo cual se refleja en una baja percepción de comodidad al usar bicicleta y patineta eléctrica.

.

Por último, se calculó un modelo híbrido incluyendo variables tangibles (de datos PD) y latentes (indicadores de percepción) para identificar la influencia que tienen en la elección de estos modos de micromovilidad. Se probó incluir las cuatro variables latentes calculadas, sin embargo, tres variables latentes salieron no significativas y con el signo esperado contrario al incluirlas en el modelo de elección modal.

La variable latente que salió significativa (mayor al 95 % de confianza) y con el signo esperado es la de siniestralidad en la patineta. Esta variable tiene una influencia negativa a la hora de escoger scooter como alternativa de transporte.

Además, las mujeres tienen una percepción de riesgo de accidente en scooter más alta en comparación con los hombres. En cambio, si la persona tiene experiencia previa en el uso de scooter esta percepción de riesgo es menor, tanto que puede minimizar la percepción de riesgo de accidente de las mujeres. De esto, surge la necesidad de iniciativas de política pública que mejoren la percepción de seguridad al movilizarse en patineta, tales como, la implementación de campañas de aprendizaje, incentivar un mayor control en la velocidad en las que transitan las patinetas, mejoramiento de la red de ciclorrutas de la ciudad, entre otras.

6. Referencia Bibliográfica

Ajao, A. (2019). *Electric Scooters And Micro-Mobility: Here's Everything You Need To Know*.

Consejo de Política Económica y Social del Distrito Capital (CONPES D.C). (2021). *Política Pública de la Bicicleta 2021 - 2039*.

Córdoba Maquilón, E. (2010). *Modelo de elección discreta integrando variables latentes y racionalidad limitada*.

Hurtado, L. C., Mora, L. P., & Puentes, N. (2020). *Análisis de la aceptación y uso de patinetas eléctricas compartidas en Bogotá*.

Márquez, L. (2016). Safety perception in transport demand modeling for the bike-metro integration in Bogota, Colombia. *Lecturas de Economia*, *84*, 143–177. https://doi.org/10.17533/udea.le.n84a05

National Association of City Transportation Officials. (2020). *Shared Micromobility in the US: 2019*.

Nikitas, A. (2019). How to save bike-sharing: An evidence-based survival toolkit for policy-makers and mobility providers. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(11). https://doi.org/10.3390/su11113206

North American Bikeshare Scootershare Association. (2022). *La micromovilidad compartida*.

Orrego Álvarez, M. A. (2021). *Análisis comparativo de las percepciones y las actitudes de las mujeres de Medellín frente a los diferentes modos de transporte: un estudio para promover la bicicleta como medio de transporte*. Universidad EAFIT.

Orro Arcay, A. (2005). *Modelos de elección discreta en transportes con coeficientes aleatorios*.

Ortúzar, J. D. D., & Román, C. (2003). El problema de modelación de demanda desde una perspectiva desagregada: el caso del transporte. In *Revista eure* (Vol. 88).

Vij, A., & Walker, J. L. (2016). How, when and why integrated choice and latent variable models are latently useful. *Transportation Research Part B: Methodological*, *90*, 192–217. https://doi.org/10.1016/j.trb.2016.04.021

ESTUDIOS PREVIOS PARA UN SISTEMA DE BICICLETA PÚBLICO EN EL GRAN SANTO DOMINGO.

Javier Cantarella
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, AC&A. Buenos Aires, Argentina.
javiercantarella@gmail.com

Mariel Figueroa
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, AC&A. Buenos Aires, Argentina.
marielfigueroamovilidad@gmail.com

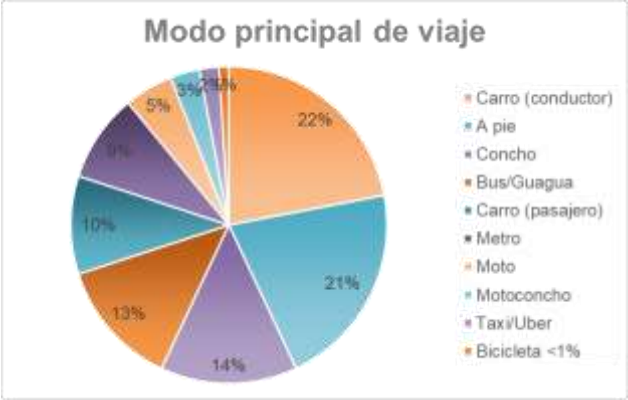
Maximiliano Roca
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, AC&A. Buenos Aires, Argentina.
mroca@acyaglobal.com

RESUMEN

En el marco del Apoyo a la Implementación del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (AIPMUS), denominado Proyecto 3.2., AC&A desarrolló un Estudio de Estructuración técnica, legal y financiera del Sistema de Bicicleta Pública del Gran Santo Domingo, en colaboración con el INTRANT y con el respaldo de la Unión Europea a través de la Agencia Francesa de Desarrollo. Esta ponencia describe el proceso de trabajo de este estudio, que incluyó la realización de los estudios técnicos, legales y financieros, la identificación de un modelo de negocio y fuentes de financiamiento, la elaboración de contratos y términos de referencia, el desarrollo de capacidades municipales, la implementación de un plan de información y la evaluación del impacto ambiental y social. Además, se realizaron actividades de participación, benchmarking y capacitación, y se identificó el modelo de concesión más apropiado. Finalmente, se propuso una fase piloto en un área inicial, respaldada por resultados de encuestas y consideraciones de desarrollo de infraestructura, y se desarrollaron los aspectos técnicos, económicos y legales del sistema que alimentaron la elaboración de los documentos base para el proceso de licitación.

1. Introducción

En el contexto del Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) del Gran Santo Domingo (GSD), desarrollado por SYSTRA en 2019 para INTRANT, se llevó a cabo un análisis exhaustivo de la movilidad en la región basado en encuestas domiciliarias realizadas a más de 4000 hogares en mayo de 2018. Los resultados revelaron que el 70% de la población se desplaza diariamente, principalmente por motivos laborales o educativos, generando un promedio de 1,6 desplazamientos por persona al día y un tiempo que suele superar la hora cada día por persona.



El estudio resalta que, a pesar de que el automóvil es el modo de transporte predominante (representando un 32% del reparto modal), la participación de la bicicleta es notablemente baja. La movilidad no motorizada enfrenta desafíos significativos, con menos del 1% de los desplazamientos diarios realizados en bicicleta debido a deficiencias en la infraestructura, como aceras en mal estado, dimensiones inadecuadas, obstrucciones y falta de iluminación.

En este contexto, el plan propone medidas concretas para fomentar los modos suaves, como asegurar la conectividad entre la red de ciclovías y la vialidad en los municipios periféricos, ordenar ejes de acceso a puntos clave de la red de transportes masivos, reservar arterias para modos suaves en días específicos, e incluso se plantea la posibilidad de implementar a largo plazo un posible subsidio a la compra de bicicletas o el alquiler de bicicletas que sustente el aumento en el uso de la bicicleta.

El presente trabajo resume el desarrollo del sistema de bicicleta pública propuesto para el Gran Santo Domingo, detallando las medidas propuestas para mejorar la movilidad y promover el uso de modos suaves en la región, resaltando la visión intermodal que busca integrar la bicicleta como un complemento efectivo a los modos masivos de transporte, abordando las deficiencias en la movilidad no motorizada.

2. Sistema de bicicleta pública

Un sistema de bicicleta pública es una forma de transporte público que se basa en el préstamo de bicicletas. Los usuarios suscritos pueden tomar una bicicleta de una estación, realizar su viaje y devolverla en otra estación cercana a su destino. Este sistema convierte a la bicicleta en un servicio accesible, fomenta la movilidad activa, e impulsa el desarrollo de infraestructura ciclista.

En las ciudades donde se ha implementado ha sido un factor clave para modificar los patrones de movilidad, promoviendo un cambio hacia opciones más sostenibles. En el contexto internacional, las 10 mejores ciudades del mundo para vivir han implementado este tipo de sistema; mientras que en el contexto regional solo 18 ciudades de América Latina cuentan con un SBP.

A pesar de los mitos comunes sobre las condiciones climáticas, la cultura, la topografía y el nivel de desarrollo, los SBP han demostrado ser exitosos en diversas ubicaciones. Los usuarios encuentran motivos convincentes para optar por un SBP, como la mejora de la salud, la contribución al cuidado del medio ambiente, la rapidez en los desplazamientos, el bajo costo y la comodidad.

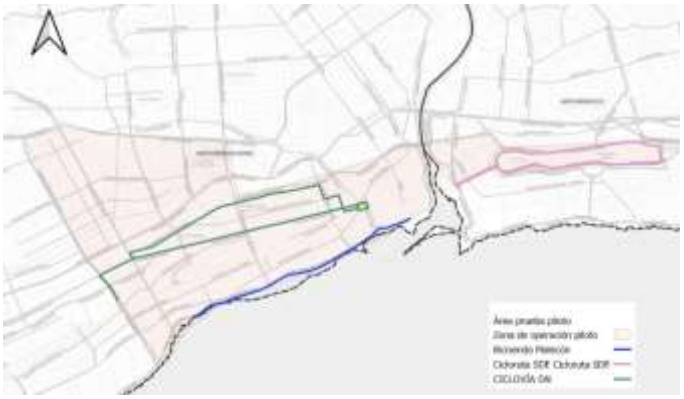
De acuerdo con una encuesta de 199 casos realizada en el marco de este proyecto, el 92% de los encuestados manifestó que utilizaría el SBP. Sin embargo, más del 60% expresó que la falta de infraestructura ciclista y la inseguridad vial son los principales obstáculos para su adopción en la región.

A pesar de estos desafíos, la implementación del SBP presenta una oportunidad significativa para impulsar la movilidad sostenible y transformar la percepción del transporte urbano en la región, trayendo importantes beneficios tanto para los usuarios directos del sistema como para la ciudad y su comunidad:

Figura 1: Beneficios de un Sistema de Bicicletas Público.

3. SBP del Gran Santo Domingo

En lo que respecta al Gran Santo Domingo, la infraestructura ciclista existente contempla una ciclorruta en SDE, una ciclovía en el DN, y una bicisenda en el Malecón (DN).



En términos generales, hay características personales, del viaje, del contexto ambiental, de las instalaciones y de percepciones subjetivas que afectan la intención por el uso de bicicletas tradicionales (Fernández-Heredia et al., 2016). Esto también se observa para las bicicletas públicas, donde los usuarios ajustan su uso de los SBP por distintos factores, tales como el tipo de viaje, si es loop o entre estaciones distintas, el intervalo de tiempo permitido para hacer uso de una bicicleta, si se puede hacer un nuevo viaje en conexión sin costo adicional justo tras terminar un viaje, si se requiere de un cambio de bicicleta para continuar un viaje largo y si el viaje es perfectamente simétrico (usa las mismas estaciones a la ida y a la vuelta) o no, entre otros aspectos (Bordagaray et al., 2016).

Se plantea una Prueba Piloto antes de la expansión del sistema completo. Para la estimación de demanda potencial se tomará como referencia las recomendaciones del estudio "Localización óptima de estaciones de bicicletas públicas en función del entorno construido y la accesibilidad" (Richard Alexander Mix Vidal, 2020).

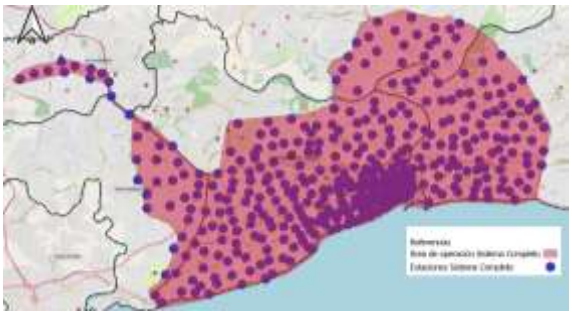
Para el dimensionamiento del sistema se parte de estudiar datos bases macroscópicos a fin de realizar un predimensionamiento según indicadores de referencia utilizados en los diferentes sistemas del mundo, tal como los proporciona el Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). Sin embargo, estos indicadores resultan en la práctica muy optimistas para la realidad sudamericana, por lo que se consideraron indicadores de 2 y 3 estaciones/Km^2 para la Prueba Piloto y el Sistema Completo respectivamente. De este modo resultan las siguientes características para el SBP del GSD:

- Prueba Piloto: abarcará un área de operación de 16 km^2 y servirá una población de 220.000 habitantes de forma directa. Se proyectan 32 estaciones y 320 bicicletas operativas, estimando entre 1,200 y 2,500 viajes diarios (teniendo en cuenta una relación de entre 4 y 8 viajes diarios por bicicleta operativa que es un rango normal de operación aunque al inicio puede ser menor, alcanzando de 1 a 2 viajes diarios por bicicleta operativa).
-
- Sistema Completo: se proyecta un área de operación de 134 km^2, habitada por aproximadamente 1.850.000 personas. Se prevé un sistema con 400 estaciones y 4,000 bicicletas operativas, con una demanda inicial de aproximadamente 4,000 viajes diarios y una maduración del sistema a 16,000 viajes diarios después del segundo año.

Como premisa se localizaron las estaciones sobre las ciclovías actuales y propuestas, salvo en la Zona Colonial que se encuentra con tráfico calmado y podrían colocarse por fuera de la red principal. Para el Sistema Completo se presenta un esquema de cómo puede visualizarse la cobertura territorial de las estaciones, aunque la ubicación puntual de cada estación dependerá de un equilibrio entre el avance de la infraestructura ciclista y las necesidades de la empresa operadora en cuanto a visibilidad de la estación, espacios disponibles y acordes a la dinámica del mismo sistema y de la demanda de la ciudad.

Tabla 2: Ubicación de estaciones para la Prueba Piloto y el Sistema Completo de Bicicletas Públicas en el GSD.

Prueba Piloto.



Sistema Completo.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, destacar que el SBP traerá aparejado una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), estimándose un ahorro anual de 6,295.52 KgCO2eq en la Prueba Piloto y 314,776 KgCO2eq en el Sistema Completo.

4. Perspectiva de género

La implementación de un SBP se convierte en una herramienta valiosa para derribar las barreras que limitan la movilidad activa de las mujeres, niñas y mujeres adultas mayores, gracias a las condiciones de flexibilidad apropiadas que ofrece para aquellos usuarios que pueden pedalear en algunos tramos de sus viajes diarios, pero no en la totalidad de ellos (Díaz y Rojas, 2017).

A continuación, se presentan las recomendaciones a seguir para incluir la perspectiva de género.

Tabla 3: Criterios de Género para la localización de estaciones de SBP.

Criterio	Acción
Señalizado	Asegurar una señalética visible de la estación de bicis que se pueda ver fácilmente a una distancia de 100 metros. Señalizar los nombres de las calles que rodean el estacionamiento y las ciclovías que conectan con la estación, asegurando la visibilidad a través de iluminación y evitando obstáculos visuales de muros y vegetación. Utilizar iconografía en la señalización que incluya diversidad de cuerpos y representaciones no binarias.
Visible	Iluminación homogénea, continua y bien mantenida en todo el entorno de la estación. Garantizar una buena iluminación nocturna y contacto visual y perceptivo con el entorno, evitando muros ciegos, instalación de publicidad en el estacionamiento que sea un obstáculo visual, y promoviendo permeabilidad y las líneas de visión.
Vital	Ubicar las estaciones en relación con los espacios público, servicios y equipamientos del entorno que permitan que el estacionamiento se ubique en un lugar con densidad de personas y actividades.
Vigilado	Colocar botones de información y ayudas conectados con la estación y que se activen sonoramente para captar la atención cuando alguna persona pulse el botón de emergencia.
Equipado	Asegurar que el estacionamiento está equipado con la información necesaria de cómo funciona el servicio, horarios, teléfonos de información y ayuda y mapa del entorno
	Ubicar y señalizar botón de información y ayuda.
Accesible	Asegurarse que los estacionamientos no representan una barrera arquitectónica con el entorno, permitiendo que se pueda circular a pie entre bicis.

Fuente: Adaptación de (Col·lectiu Punt 6 et al.).

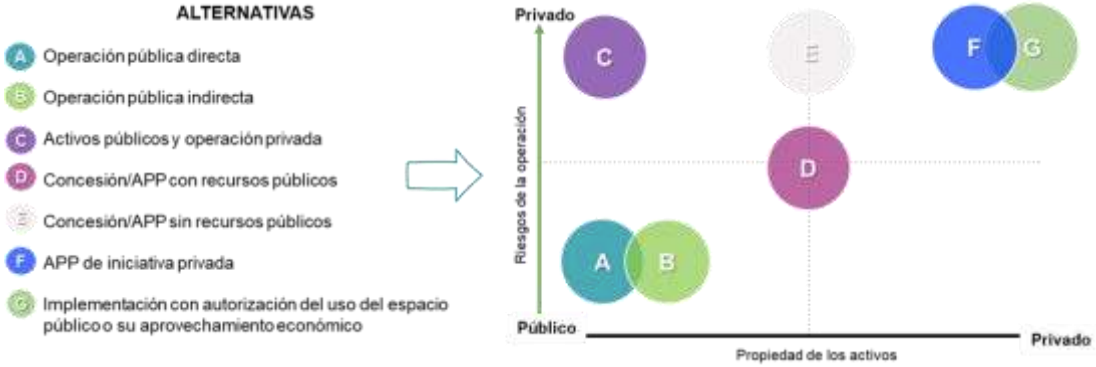
Hay que destacar que todas las acciones tendientes a mejorar la movilidad de mujeres redundan igualmente en beneficios que también se reflejan en los hombres, niños y adolescentes ya que, si la ciudad es segura para las mujeres, es muy probable que también lo sea para el resto de las personas.

5. Modelos de negocio y fuentes de financiamiento

La implementación de un SBP requiere de la definición de un modelo de negocio, el cual se puede definir como el conjunto de reglas y relaciones entre el sector público y privado que determinan, entre otros aspectos, la forma en que se asignan los riesgos del proyecto y en quién recae la responsabilidad sobre la implementación y operación del sistema.

Tomando como referencia los posibles modelos de negocio en SBP según ITDP (2018) y WRI (2019) basados en la estructura de provisión del servicio, la propiedad del activo (pública o privada), y por cómo se distribuyen los riesgos de la operación (negocio) entre la entidad pública implementadora y el operador del sistema; y tras un ejercicio de benchmarking que considera las estructuras de contratación y las formas de relacionamiento entre los actores en diferentes sistemas de Latinoamérica, se identifican siete modelos de negocio posibles para el SBP del GSD:

Figura 2: Modelos de negocio posibles de acuerdo con ITDP, WRI y análisis de benchmarking.



Fuente: Elaboración propia.

Considerando el marco institucional del Gran Santo Domingo y teniendo en cuenta que el análisis de factibilidad legal de fuentes de ingresos indica que es legalmente factible incluir la instalación de publicidad y vinculación de la marca de un patrocinador en los elementos del sistema, se considera que el modelo de negocio más conveniente para la implementación del SBP del Gran Santo Domingo es la concesión, en tanto permite vincular inversión privada y capitalizar la capacidad de gestión del sector privado en favor de la eficiencia del proyecto.

Este modelo de negocios se materializa mediante la celebración de un contrato público que tendrá como objeto delegar en una empresa privada el suministro, instalación y puesta en funcionamiento de las estaciones y la operación del SBP por el tiempo establecido en el contrato, por su cuenta y riesgo y bajo la permanente vigilancia y control de la entidad pública responsable del sistema.

El contratista, denominado concesionario, realizará todas las inversiones necesarias para la implementación del sistema a cambio de la posibilidad de percibir ingresos que permitan recuperar las inversiones y obtener una utilidad razonable. Estos ingresos pueden consistir en una remuneración periódica o fija con cargo a recursos públicos, la posibilidad de cobrar una tarifa, el derecho de explotar publicidad en los elementos del sistema o la posibilidad de vincular a un tercero patrocinador del sistema.

Tabla 4: Características generales de la CONCESIÓN como modelo de negocios

Tipo de contrato a suscribir	Contrato de concesión. Artículo 46 Ley 340-06.
Obligaciones generales de la entidad concedente	Supervisar todas las etapas de la concesión, calidad de ejecución, certificar la inversión, cumplimiento de la operación, cumplimiento De los niveles de servicio, hasta la liquidación del contrato.
Obligaciones generales del concesionario	Cumplir las funciones establecidas en el contrato en relación con la implementación del sistema: Suministrar e instalar las estaciones y bicicletas Prestar el servicio de acuerdo con los niveles de servicio establecidos en el contrato
Formas de remuneración de la inversión	Ingresos por comercialización de espacios de publicidad en estaciones y bicicletas Ingresos provenientes de contrato de sponsoring o esponsorización Cobro por membresías o tasas a usuarios del sistema
Tiempo probable del proyecto	Determinado por la naturaleza del proyecto dado por el modelo financiero, pero no podrá ser mayor al 75% de la vida útil de los activos del SBP (Artículo 49 Ley 340-06).
Procedimiento de contratación	Licitación pública internacional. Artículo 47 Ley 340-06.

Fortalezas	La calidad del servicio se encuentra bajo la supervisión de la entidad concedente. Implica formas de remuneración atadas a los niveles de servicio que logre el concesionario. Traslada los riesgos esenciales del negocio al concesionario Permite estructurar un negocio hasta por 30 años lo que implica un margen mayor para recuperación de inversión. La gestión privada puede ser más competitiva dadas las características del mercado y los desafíos de la obsolescencia tecnológica.
Debilidades	Este modelo de negocio depende directamente de la viabilidad efectiva de fuentes alternativas de ingreso (publicidad y patrocinio). La inclusión de la publicidad dentro del mismo modelo de negocio puede ser desafiante para la gestión de concesionario (eficacia vs eficiencia). La forma de remuneración implica mayor complejidad en la estructuración y en mejor capacidad administrativa para supervisar. Si no hay una adecuada estructuración se pone en riesgo el objetivo del sistema. Puede implicar un mayor riesgo para la entidad concedente (se mitiga con una adecuada asignación de riesgos El largo plazo de un contrato puede parecer "monopolístico" y poco flexible.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que, en algunos casos, los modelos de concesión pueden contar con aportes específicos realizados por el Estado que pueden servir de incentivo para el desarrollo de sistemas que resulten de interés para la sociedad en su conjunto. Estos fondos pueden provenir de partidas presupuestarias específicas o, en algunos casos, de la conformación de otros instrumentos como el fideicomiso con la condición de que su objetivo coincida con el objeto final del contrato de concesión.

En el caso de la República Dominicana, el Estado cuenta con fondos provenientes del fideicomiso público "Fideicomiso de Movilidad y Transporte" (FIMOVIT), establecido mediante el decreto 353-18 de 2018. Este fideicomiso, de carácter público e irrevocable, puede destinarse al desarrollo de sistemas de bicicletas públicas (SBP), ya que su misión es contribuir a la organización, sistematización, modernización y desarrollo del transporte en la RD, en concordancia con las funciones del INTRANT.

Además, se dispone del Fideicomiso para el Desarrollo del Sistema de Transporte Masivo de la República Dominicana (FITRAM República Dominicana), centrado en el desarrollo, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la Red Nacional de Transporte Público Masivo. Asimismo, se podrán considerar otras fuentes adicionales de financiamiento, como los ingresos por publicidad en la vía pública ubicada en corredores de transporte.

6. Modelo de esquemas tarifarios

En el contexto de los SBP la tarifa representa el precio del servicio y constituye un elemento crucial. Dependiendo del modelo de negocio puede ser abonada al Estado o, en el caso de las concesiones, a la empresa a cargo del servicio.

Las tarifas en los SBP pueden variar incluyendo modalidades como membresías, suscripciones o pago por viaje, e incluso gratuito si es financiado por el Estado para incentivar su uso.

En general, los ingresos por tarifas suelen no ser suficientes para cubrir los costos de inversión, operación y mantenimiento, lo que impulsa la necesidad de fuentes de ingresos adicionales, como aportes estatales, patrocinadores o publicidad.

En el modelo de concesión, la tarifa puede ser determinada por el ente público o por los oferentes en una licitación. En el caso de una tarifa determinada por el ente público, la misma puede ser un factor de riesgo para el operador privado en el caso que la misma no cuente con métodos de actualización adecuados.

A partir del benchmarking inicial elaborado por AC&A en el marco de este proyecto, se estimó que un usuario con suscripción mensual hace una media de 30 viajes mensuales con una tarifa de referencia 50% menor al costo de un viaje en metro que al año 2022 corresponde a RD$150 (RD$10 promedio por viaje) para las bicicletas mecánicas.

7. Conclusiones

En el contexto del Plan de Movilidad Urbana Sostenible del Gran Santo Domingo, que muestra una participación de la bicicleta menor al 1% del reparto modal como consecuencia de la falta de infraestructura ciclista y de seguridad vial, se desarrolla la implementación de un Sistema de Bicicleta Pública que pueda dar solución a los desafíos identificados en términos de movilidad.

El proyecto contempla una Prueba Piloto con una extensión de 16 km^2, dotada de 32 estaciones y 320 bicicletas que servirá entre 1,200 y 2,500 viajes diarios; y luego se extenderá al Sistema Completo que amplía su cobertura a 134 km^2, con 400 estaciones y 4,000 bicicletas operativas, estimando inicialmente 4,000 viajes diarios y alcanzando los 16,000 tras el segundo año. En lo que respecta al esquema tarifario, se estima una tarifa de referencia para el año 2022 de RD$10 por viaje y RD$150 para la suscripción mensual.

Se considera que el modelo de negocio más conveniente para la implementación del SBP del GSD es la concesión, en tanto permite vincular inversión privada y capitalizar la capacidad de gestión del sector privado en favor de la eficiencia del proyecto.

La implementación de un SBP promueve un cambio hacia modos de transporte más sostenibles y el caso del GSD no es la excepción: se prevé una reducción anual de 6,295.52 KgCO2eq y 314,776 KgCO2eq en la emisión de gases GEI para la Prueba Piloto y el Sistema Completo respectivamente.

Por último, pero no menos importante, destacar la perspectiva de género como un pilar clave para el éxito de la implementación del SBP, contribuyendo a la creación de entornos seguros e inclusivos no sólo para las mujeres sino para toda la comunidad a través de acciones específicas relacionadas con la señalización visible, iluminación adecuada y ubicación estratégica de las estaciones.

8. Referencias Bibliográficas

AC&A (2022). Estructuración Técnica Legal y Financiera del Sistema de Bicicleta Pública del Gran Santo Domingo.

Institute for Transportation and Development Policy (2018). https://www.itdp.org/.

Mix Vidal (2020). Localización óptima de estaciones de bicicletas públicas en función del entorno construido y la accesibilidad.

SYSTRA (2019). Plan de Movilidad Urbana Sostenible del Gran Santo Domingo.

World Resources Institute (2019). https://www.wri.org/.

LOS BENEFICIOS DE LOS USUARIOS DEL METROCABLE LÍNEA K EN MEDELLÍN – COLOMBIA

Margarita Gómez-Betancur
1: Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
mrgomezbet@unal.edu.co

Iván Sarmiento-Ordosgoitia
1: Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
irsarmie@unal.edu.co

RESUMEN

En 1995, fue inaugurado el sistema Metro de Medellín con dos líneas, la línea A de norte a sur con 19 km, extendida 2km más al sur en 2012 y la línea B de occidente a oriente con 6 km aproximadamente que se interceptan en el centro de la ciudad. Medellín es la segunda ciudad de Colombia en un área metropolitana cercana a los 4 millones de habitantes a 2024. En el año 2004 se implementó el Metrocable o línea K que conecta una zona de la ladera nororiental con la línea A del sistema Metro. Esta línea de Metrocable tiene una longitud de 2.1 km y salva un desnivel de aproximadamente 400 m, fue el primer cable de este tipo utilizado para transporte masivo y ha servido de referente mundial para este tipo de instalaciones. Como uno de los principales proyectos estratégicos contenidos en el Plan de Desarrollo 2004 – 2007 está el Plan Urbano Integral (PUI) de la comuna Nororiental, planteada como estrategia de planificación urbana y herramienta para la transformación social que permitió que el proyecto Metrocable se convirtiera en el centro de un proceso de intervención social, económico y cultural en dicha comuna. En este artículo se hace un análisis de algunos aspectos del PUI y se profundiza en cómo se benefició la zona mediante la medición del beneficio del consumidor a partir de los datos de la empresa metro en cuanto a la evolución de los pasajeros y las tarifas, las cuales se comparan con la situación en la que no había cable. Se concluye que la línea ha generado beneficios innegables, aunque deben ser matizados por las colas que se presentan en el acceso al sistema.

PALABRAS CLAVE: transporte público, accesibilidad, integración, inclusión, metrocable, teleférico, beneficio del consumidor

1. Introducción

Medellín es la segunda ciudad de Colombia con cerca de 2,6 millones de habitantes en un área metropolitana de 4 millones de habitantes a 2024 (ver Figura 1). El Metrocable Línea K de Medellín es una de las varías líneas de cable o teleférico que forma parte del SITVA- Sistema Integrado de Transporte público del Valle de Aburrá (área metropolitana de Medellín) cuyo eje central es el Metro. En 1995, fue inaugurado el sistema Metro de Medellín con dos líneas, la línea A de norte a sur con 19 km, extendida 2km más al sur en 2012 y la línea B de occidente a oriente con 6 km aproximadamente que se interceptan en el centro de la ciudad. En 2004 se inauguró la primera línea de metrocable (como se le llama allí al teleférico). Se caracteriza por ser un sistema con un cable en cada sentido y con cerca de 100 cabinas que se mueven pasando por 4 estaciones, dos extremas y dos intermedias en una longitud de 2,1 km. Es un sistema limpio porque funciona con energía eléctrica.

Figura 1: Área Metropolitana del Valle de Aburrá (a la izquierda) y división política de la ciudad de Medellín-16 Comunas (a la derecha) Fuente: Gómez-B (2006)

El cable línea K se encuentra ubicado en la zona nororiental de la ciudad (Comuna 1 Popular y 2 Santa Cruz, ver Figura 1) y conecta diferentes comunas y barrios de esta área al proporcionar acceso a comunidades que se encuentran en zonas urbanas montañosas y que antes tenían dificultades topográficas para conectarse con el centro de la ciudad y otros puntos importantes (Ver Figura 2). Es por ello que con su puesta en marcha mejoró la accesibilidad de la población beneficiada.

Figura 2: Condiciones topográficas de Medellín y de la Comuna Nororiental

Fuente: Dávila et al (2013) y EDU (2005)

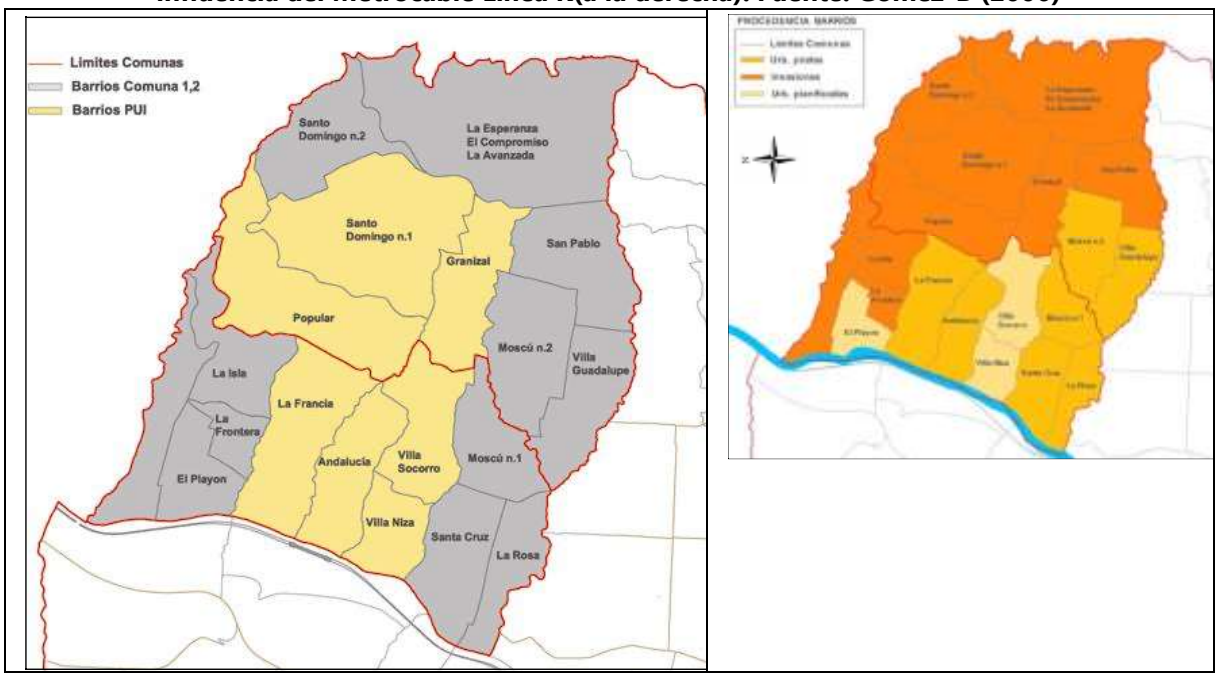
La Línea K se integra con el Metro de Medellín, lo que facilita la transferencia de pasajeros a otras líneas del metro, sistemas de buses (BRT) y tranvía, logrando así una intermodalidad. Ha tenido un impacto significativo en la mejora de la movilidad y la calidad de vida de las comunidades a las que sirve. Ha contribuido a reducir los tiempos de viaje de los usuarios y ha fomentado la inclusión de áreas previamente marginadas, fomentando así la inclusión social.

2. Aspectos técnicos y urbanísticos

El Metrocable es un sistema de cable aéreo circulante, de góndolas monocable desenganchables, integrado al SITVA. Fue proyectado en el Plan de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Medellín, en el Plan Maestro de ampliación y/o complementación del Metro y en el Plan de Desarrollo del municipio 2001 – 2003.

Fue inaugurado en julio de 2004 como proyecto piloto de transporte urbano, con el propósito de explorar este sistema como solución para áreas urbanas con topografías de altas pendientes, condiciones socio - económicas difíciles, con desequilibrio social por la ocupación indebida, con deterioro del medio ambiente y del espacio público y con deficiencia en la prestación del servicio de transporte urbano (Gómez-B 2006).

Figura 3 Barrios de las Comunas 1 y 2 (a la izquierda) y la procedencia de sus barrios – Área de influencia del Metrocable Línea K(a la derecha). Fuente: Gómez-B (2006)



Antes del proyecto del Metrocable de la Línea K en Medellín, la ciudad enfrentaba desafíos significativos en cuanto a la movilidad de sus habitantes, especialmente en las áreas montañosas y periféricas. La topografía accidentada de la ciudad dificultaba la implementación eficiente de sistemas de transporte público convencionales, lo que generaba largos tiempos de viaje y dificultades de acceso para muchos residentes a servicios básicos y oportunidades de trabajo y educación.

Las zonas más empobrecidas y marginales de la ciudad, ubicadas en las laderas de las montañas, venían de invasiones y crecimientos informales (Figura 3), y sufrían especialmente de aislamiento y falta de conectividad. Sus habitantes enfrentaban dificultades para acceder al centro y largas jornadas en buses convencionales que aún sortean las pendientes empinadas y las estrechas calles.

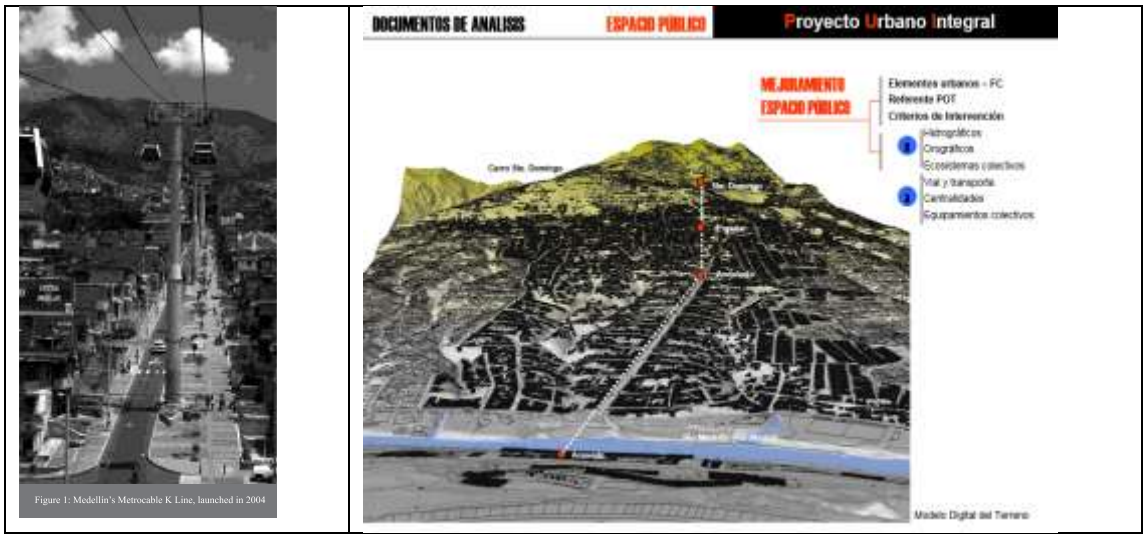
Después de la implementación del Metrocable de la Línea K, Medellín experimentó una transformación significativa en su paisaje urbano y en la calidad de vida de sus habitantes, especialmente en estas áreas previamente marginadas y de difícil acceso. Este proyecto revolucionario no sólo introdujo un sistema de transporte que conecta las comunidades de las laderas de las montañas con el sistema metro como columna principal del SITVA y otros servicios urbanos, sino también, se constituyó´en el principio de una serie de intervenciones del estado asociados a presupuestos de inversión para la zona de influencia del proyecto y para otras zonas con características similares.

Dichas intervenciones se manifestaron en su mayoría a nivel local, algunas de carácter regional, otras de carácter nacional e internacional con impactos importantes que coadyuvan en la disminución de la pobreza y en la inclusión social de su comunidad.
El Metrocable ha contribuido al desarrollo urbano sostenible al impulsar y ser modelo de transformación urbana con la implementación del Proyecto Urbano Integral (PUI) nororiental en la zona de influencia del Metrocable, el cual se implementó con el siguiente alcalde, dando lugar a una continuidad a la inversión en la zona, lo cual fomentó la construcción de viviendas y la inversión en equipamientos, lo cual lo convirtió en una herramienta para mejorar la equidad en la ciudad.

La Línea K del Metrocable no solo redujo drásticamente los tiempos de viaje para los residentes de estas áreas, sino que también proporcionó un medio de transporte seguro, eficiente y confiable que contribuyó a la integración social y económica de las comunidades marginadas. Además, la presencia del Metrocable revitalizó estas áreas, atrayendo inversiones y mejorando la calidad de vida de sus habitantes al facilitar el acceso a empleos, educación y servicios públicos.

En resumen, la implementación del Metrocable de la Línea K en Medellín marcó un antes y un después en la movilidad urbana de la ciudad, transformando áreas previamente marginadas en comunidades conectadas y menos pobres.

Figura 4 Metrocable Línea K en operación y Proyecto Urbano Integral (PUI) Comuna Nororiental.



Fuente: Dávila et al 2013 y EDU 2005

Durante el recorrido en la Línea K, los pasajeros pueden disfrutar de impresionantes vistas panorámicas de la ciudad y las montañas circundantes, lo que la convierte en una experiencia única. Ver Figura 5.

Figura 5 "Vista Metrocable K en la comuna 1.

Fuente: BULLETIN de I´Institut français d´etudes andines (2012)

3. Beneficios para los usuarios de la Línea K de Metrocable

Una de las características más importantes que ofrece la Línea K es su integración física, administrativa, operacional y tarifaria con el sistema Metro.

La integración física se da al tener la infraestructura de la Línea K interconectada al sistema Metro, con estaciones intermodales, los pasajeros cambian de un modo a otro de manera fácil y rápida.

La integración administrativa ofrece una coordinación en las funciones del sistema de transporte. La integración operacional ofrece horarios coordinados de servicios al sincronizar los horarios para mejorar los tiempos de espera y hacer que los trasbordos sean más eficientes.

La tarifa integrada permite al usuario pagar un solo tiquete para acceder al sistema Metrocable-Metro y el acceso a rutas de buses integradas, pagando un diferencial.

A nivel socioeconómico. Por el mejoramiento en la calidad de vida con un servicio de transporte seguro, sin emisiones, cómodo y económico por el ahorro en costos de transporte. Se dio la conexión de la zona con la ciudad formal. Con recuperación de espacio público y transformación urbana, que generó empleo y nuevos negocios.
Criterios para realizar una evaluación comparativa de los beneficios ex post de la población en la zona de influencia del Metrocable y de los usuarios de esta alternativa de transporte.

Tabla 1 Beneficios de la población del área de influencia del Metrocable de la Nororiental – Medellín - Colombia

Criterio de Medición		Beneficios
Proceso de inclusión social		
Accesibilidad	A la ciudad	El Metrocable permite conexión con la ciudad formal
	A un sistema de transporte	Con más tecnología y más limpio
	A mejores espacios urbanos y servicios conexos	Tanto en el área de influencia del Metrocable como los existentes en Medellín
Movilidad	Integración física	Sistema METRO
	Integración administrativa	Sistema METRO
	Integración operacional - Sistema METRO - SITVA	Conveniencia en la oferta de rutas y destinos
		Menor tiempo de espera entre vehículos
		Mejor frecuencia del servicio
		Menor tiempo de viaje
		Mayor seguridad operacional
		Reducción en la emisión de gases contaminantes
		Experiencia del Usuario
	Integración tarifaria - Sistema METRO	Menor costo del viaje
Socioeconómico	Mejoramiento de la calidad de vida de la población	Recuperación de la zona del área de influencia del Sistema Metrocable
	Recuperación de espacio público y transformación urbana	Implementación Proyecto Urbano Integral - PUI de la nororiental
Proceso de inclusión social		

Fuente: Elaboración propia

De los beneficios mencionados se revisará la integración tarifaria del Metrocable con el sistema Metro y el menor costo de viaje, representado en el beneficio al usuario a través de la microeconomía.

4. Beneficio del consumidor

La metodología de análisis de este artículo consistió en comparar el gasto de transporte de los usuarios del 2005 (según Encuesta de movilidad 2005) con el gasto en transporte de estos en caso de no existir el Metrocable. Sin embargo, el cable y la evolución de la ciudad trajo consigo nuevos usuarios y flujos origen-destino en el área de influencia directa de la Línea K del Metro, para los cuales el beneficio es diferente, pues ellos no viajaban antes de la existencia del Metrocable. A estos nuevos usuarios se les calcula el beneficio del consumidor comparando las encuestas del 2012 con la

del 2005, así como las encuestas entre estaciones y los Informes Corporativos anuales de la Empresa Metro entre 2004 y 2017. Estos informes no han sido revisados.

En la tabla 2 se presentan los datos "base" para realizar la gráfica del costo del viaje respecto a la demanda del periodo estudiado (2004 - 2017) y para calcular el beneficio de los usuarios después de la implementación del Metrocable. Ver la tabla 15 Histórico de tarifas del Metro (Figuras 6 y 7) y la tabla 3 Información del beneficio de los usuarios.

Tabla 2 Información para elaborar la gráfica de la evolución de la demanda

Año	Tiquete	% Variación_Tiquete	SML	% Aumento_SML	% Costo_Tiquete_Año			Demanda_Suma_Ingreso-Salida	
					1τ	2τ	3τ	Q 1	% Variación_Demanda
2004	$ 950	12%	$ 358.000	8%	0,27%	0,53%	0,80%	27514	
2005	$ 1.150	21%	$ 381.500	7%	0,30%	0,60%	0,90%	29226	6,2%
2006	$ 1.200	4%	$ 408.000	7%	0,29%	0,59%	0,88%	31212	6,8%
2007	$ 1.300	8%	$ 433.700	6%	0,30%	0,60%	0,90%	37106	18,9%
2008	$ 1.400	8%	$ 461.500	6%	0,30%	0,61%	0,91%	32621	-12,1%
2009	$ 1.500	7%	$ 496.900	8%	0,30%	0,60%	0,91%	39454	20,9%
2010	$ 1.550	3%	$ 515.000	4%	0,30%	0,60%	0,90%	37764	-4,3%
2011	$ 1.750	13%	$ 535.600	4%	0,33%	0,65%	0,98%	41825	10,8%
2012	$ 1.600	-9%	$ 566.700	6%	0,28%	0,56%	0,85%	35934	-14,1%
2013	$ 1.600	0%	$ 589.500	4%	0,27%	0,54%	0,81%	39463	9,8%
2014	$ 1.700	6%	$ 616.000	4%	0,28%	0,55%	0,83%	42211	7,0%
2015	$ 1.810	6%	$ 644.350	5%	0,28%	0,56%	0,84%	41757	-1,1%
2016	$ 1.950	8%	$ 689.455	7%	0,28%	0,57%	0,85%	42859	2,6%
2017	$ 2.080	7%	$ 737.717	7%	0,28%	0,56%	0,85%	44590	4,0%

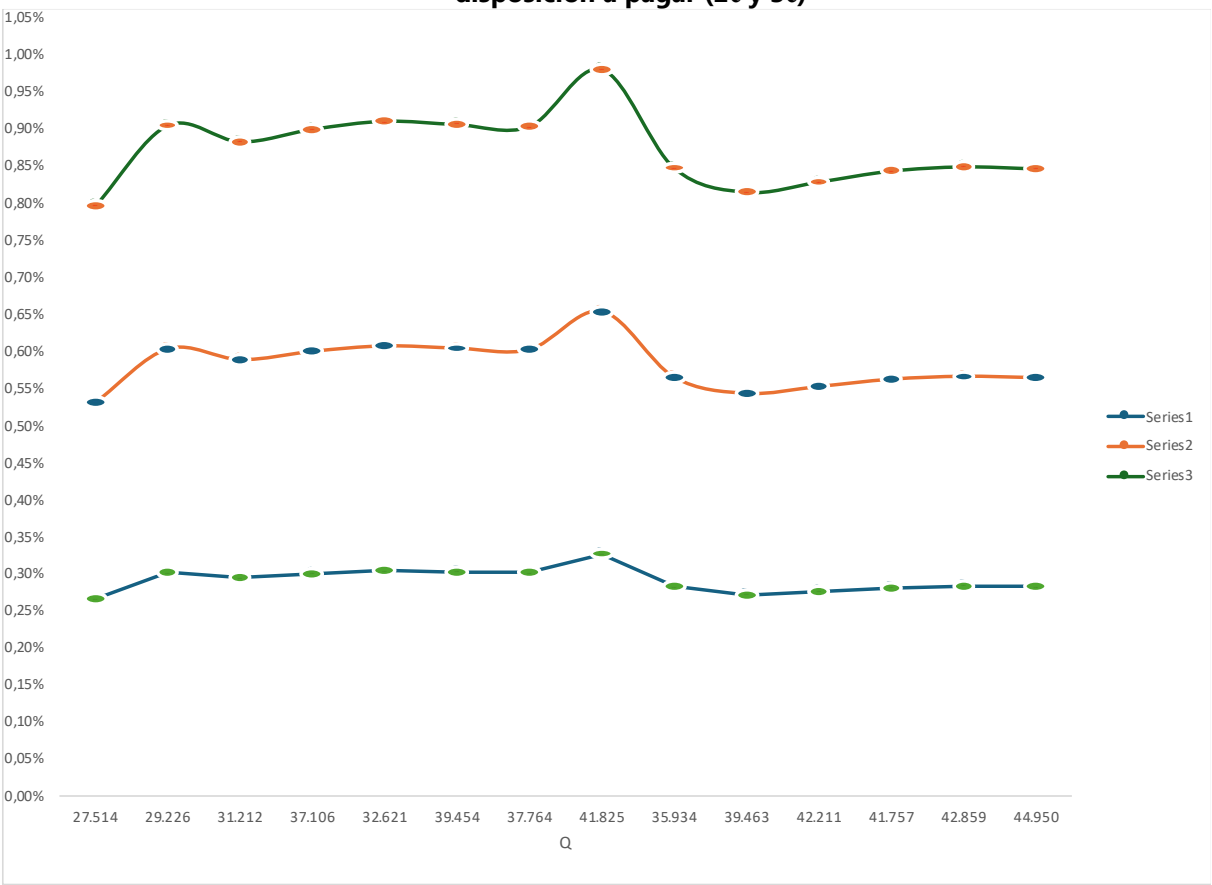
Fuente: elaboración propia con base en información suministrada por el Metro de Medellín e información consultada en la página https://www.salariominimocolombia.net/historico/

4.1. Información a tener en cuenta:

- Se asume que el tiquete del bus es aproximadamente igual a la tarifa del Metro
- Entre los años 2004 y 2013, se selecciona como tarifa de viaje el "tiquete sencillo" y entre los años 2014 y 2017 se toma con base en la tarifa "Al portador (Cívica)".
- La columna "año": indica periodo (entre el 2004 y 2017) correspondiente de análisis de la demanda y de la tarifa
- Columna "Tiquete": presenta los datos de las tarifas del Metro por tipo de viaje – tiquete sencillo y tiquete eventual (Cívica)
- Columna "% aumento Tiquete": indica el porcentaje de variación del valor del tiquete por viaje
- Columna "SML": presenta los datos del Salario Mínimo Legal en Colombia
- Columna "% Aumento SML": indica el porcentaje de aumento del valor del Salario Mínimo Legal en Colombia
- Columna "% Costo Tiquete Año": relación entre la tarifa del sistema Metro de Medellín para cada año del periodo revisado respecto al Salario Mínimo Legal en Colombia, expresado en porcentaje
- Columnas 1τ, 2τ y 3τ: es la disposición a pagar de los usuarios equivalente a 1,2 y 3 veces la tarifa "τ" del sistema Metro de Medellín
- Columna 3τ: Disposición a pagar de los usuarios equivalente a 3 veces la tarifa "τ" del sistema Metro de Medellín

- Columna "Demanda – Q_1": presenta la información de la demanda de un día del sistema Metro de Medellín para cada año del periodo revisado
- Columna "%_Variación_Demanda": variación de la demanda

Figura 6 Tendencia del comportamiento de la demanda con la tarifa 2004 (1ƈ) y la disposición a pagar (2ƈ y 3ƈ)



Fuente: elaboración propia con base en información suministrada por el Metro de Medellín e información consultada en la página https://www.salariominimocolombia.net/historico/

En el eje de las abscisas se lee la demanda del Metro de Medellín en un día hábil, entre el año 2004 hasta el 2017, ambos años inclusive.

En el eje de las ordenadas se lee la relación de la tarifa y el Salario Mínimo Legal Vigente en Colombia expresada en porcentaje

- La Serie 1: corresponde a la demanda en el Metro desde 2004 hasta el 2017 con base en las tarifas (ƈ) del Metro de Medellín en el mismo periodo de tiempo.
- La Serie 2: corresponde a la demanda en el Metro desde 2004 hasta el 2017 con base en la disposición a pagar (2ƈ) por los usuarios en el mismo periodo de tiempo.

- La Serie 3: corresponde a la demanda en el Metro desde 2004 hasta el 2017 con base en la disposición a pagar (3ƈ) por los usuarios en el mismo periodo de tiempo.

Figura 7 Beneficio al usuario de Metrocable

Tabla 3 Beneficio neto del usuario

Año	Q	T	2T	3T	Beneficio neto del usuario
2004	27.514	0,30%	0,60%	0,90%	83
2005	29.226	0,30%	0,60%	0,90%	88
2006	31.212	0,30%	0,60%	0,90%	94
2007	37.106	0,30%	0,60%	0,90%	112
2008	32.621	0,30%	0,60%	0,90%	98
2009	39.454	0,30%	0,60%	0,90%	119
2010	37.764	0,30%	0,60%	0,90%	114
2011	41.825	0,30%	0,60%	0,90%	126
2012	35.934	0,30%	0,60%	0,90%	108
2013	39.463	0,30%	0,60%	0,90%	119
2014	42.211	0,30%	0,60%	0,90%	127
2015	41.757	0,30%	0,60%	0,90%	126
2016	42.859	0,30%	0,60%	0,90%	129
2017	44.950	0,30%	0,60%	0,90%	135

Fuente: elaboración propia con base en información suministrada por el Metro de Medellín e información consultada en la página https://www.salariominimocolombia.net/historico/

Figura 8 Porcentaje de variación de tiquete por año

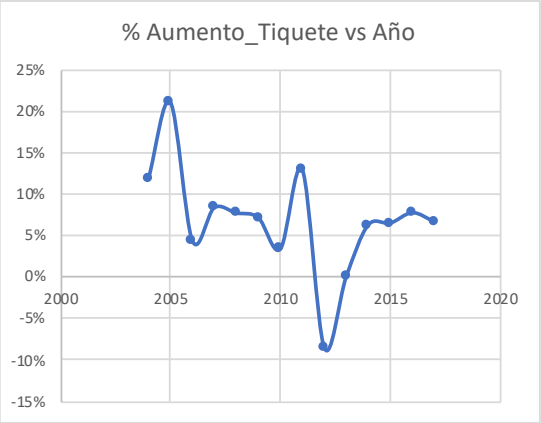


Figura 9 Variación de la demanda por año

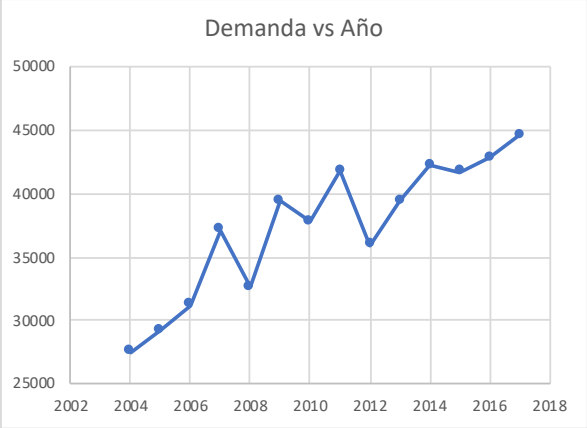


Figura 10 Porcentaje de aumento del SML por año

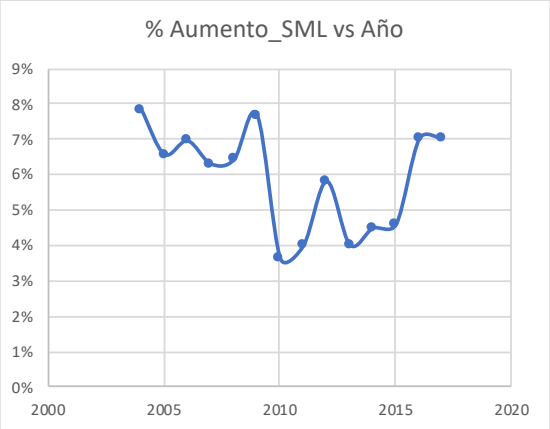


Figura 11 Variación de la demanda por año

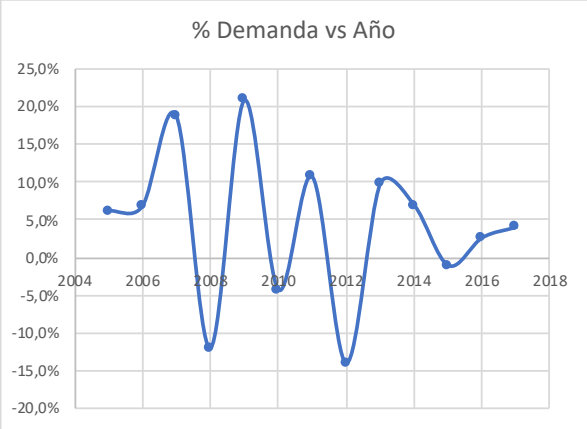
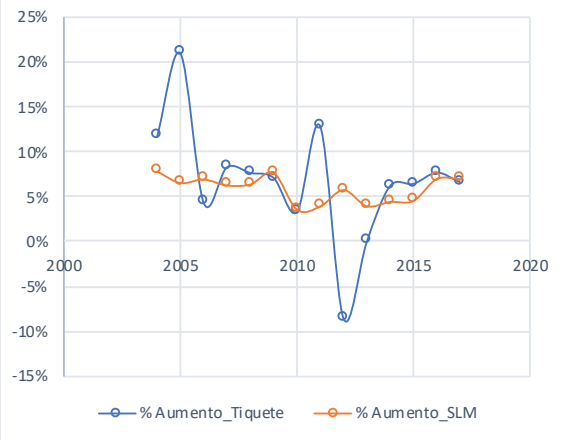


Figura 12 Variación del tiquete vs. Aumento SML/año



Fuente: elaboración propia con base en información suministrada por el Metro de Medellín e información consultada en la página https://www.salariominimocolombia.net/historico/

5. Conclusiones

El análisis de las curvas de demanda de los usuarios de cable permite estimar los beneficios del consumidor y ver cómo éste ha variado con los años desde su inauguración, siendo éste la medida del bienestar de los consumidores. Se realizaron cálculos aproximados que permitieron concluir que con el aumento de la demanda el cable cada vez ha ido aumentando el beneficio del consumidor, en el período de análisis 2004-2017.

La integración efectiva del sistema Metrocable – Metro mejoró la movilidad de la comunidad de la comuna nororiental de Medellín con beneficios significativos para los usuarios en reducción de costo en transporte como en reducción en tiempos de viaje. En cuanto a la accesibilidad, la Línea K del Metrocable de Medellín es una parte esencial del sistema de transporte público de la ciudad, proporcionando acceso a áreas montañosas, mejorando la movilidad y contribuyendo al desarrollo urbano y social de la zona nororiental de Medellín.

En cuanto a la equidad y la inclusión, con la problemática de la zona nororiental y la implementación de un proyecto de transporte como el Metrocable - Línea K, pensando en las necesidades de la comunidad, con atributos de calidad, con inversiones tanto para el proyecto como para obras complementarias, era presumible esperar transformaciones de carácter social y de beneficio común al ser dirigidas al mejoramiento de la calidad de vida de la población de menores ingresos.

6.1. Referencias Bibliográficas

Alcaldía de Medellín (2005) Proyecto Urbano Integral de la Nororiental (PUI). Etapa de Diagnóstico y Formulación. Informe Final. Convenio EDU - DAP. Medellín.

BULLETIN de I´Institut français d´etudes andines (2012). Movilidad e inclusión social : la experiencia desde la periferia de Medellín y el primer Metrocable. Recuperado de https://journals.openedition.org/bifea/147

Dávila. J.D et al (2013) Urban mobility & poverty – Lessons from Medellín and Soacha, Colombia 2013.

Gómez-Betancur, MR. (2006) Determinación y evaluación del impacto generado con la implementación del metrocable de Medellín, en la zona de influencia del proyecto. Tesis de Maestría en Ingeniería – Transporte.

Metro de Medellín (2000). Estudio Social Proyecto Metrocable. Bello.

Metro de Medellín (2001). Evaluación Técnica del Sistema de Transporte para El Corredor de La Calle 107, Medellín.

Metro de Medellín (2018). Información de la demanda para el periodo estudiado. Suministrada por la empresa.

Metro de Medellín (2023). Información del histórico de tarifas. Suministrada por la empresa. https://www.salariominimocolombia.net/historico/

MOTIVACIONES PARA EL USO DEL MOTOTAXI: UNA APROXIMACIÓN DESDE LOS MODELOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES

Santiago Jose Santa-Torres
Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia, ssantat@unicartagena.edu.co

Andrea Camila Giraldo-Ospino
Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia, agiraldoo@unicartagena.edu.co

Jose Agustin Vallejo-Borda*
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México.
JoseVallejo@tec.mx - jvallejo1@udi.edu.co - jvallejob@unicartagena.edu.co

RESUMEN

Cartagena de Indias es una ciudad portuaria del sur global ubicada en Colombia, en la costa caribe. Hace dos décadas, surgió el servicio de mototaxi como una forma de transporte público informal en la costa caribeña de Colombia, y se ha convertido en una opción popular que se ha extendido en la ciudad de Cartagena. Actualmente, la ciudad cuenta con el mayor número de personas que ofrecen servicios de mototaxi en el país sin entender con claridad las razones que llevan a las personas a utilizarlos desde una perspectiva subjetiva de los usuarios. El objetivo de esta investigación es entonces explicar los estímulos subjetivos que impulsan a las personas a utilizar o no mototaxi como modo de transporte en Cartagena de Indias. Para esto, se aplicó el modelo teórico de Mehrabian y Russell al contexto del mototaxismo en la ciudad de Cartagena de Indias para comprender el comportamiento de los usuarios y no usuarios del mototaxi. Los resultados indican que el mototaxi es ampliamente utilizado debido a las emociones positivas que genera, la disponibilidad de asientos cómodos y la experiencia de viaje personalizada, así como la sensación de control, autonomía y libertad que brinda. Sin embargo, los eventos negativos como robos, accidentes y acosos sexuales propician la evitación del mototaxi. Este estudio proporciona una base sólida para entender la decisión de las personas de utilizar o no mototaxi desde una perspectiva subjetiva del usuario apoyando así el desarrollo de estrategias que puedan incentivar o desincentivar este tipo de modo de transporte en las ciudades del sur global.

1. Introducción

El uso de motocicletas se ha incrementado exponencialmente en grandes ciudades del sur global debido a sus ventajas económicas sobre los automóviles. Las crecientes restricciones en el uso de automóviles han aumentado los costos de estacionamiento, combustible, mantenimiento, y se han generado mayores tiempos de viaje debido a los embotellamientos, convirtiendo a las motocicletas en un modo de transporte popular. Sus mayor accesibilidad y reducción en los tiempos de viajes han alentado un cambio hacia este tipo de modo de transporte (Rodríguez et al., 2015).

En el caso de Colombia, la motocicleta ha pasado de ser un vehículo marginal en las ciudades medianas y de clima cálido a un modo de transporte para todo tipo de población urbana y rural, convirtiéndose en un modo de transporte informal, conocido como mototaxismo (Montezuma, 2010). En Colombia, los mototaxis despegaron en ciudades de la costa caribeña y luego se extendieron a la mayor parte del país. El servicio se utiliza principalmente en ciudades del caribe como Cartagena de Indias, Barranquilla, Sincelejo y Montería. El uso de mototaxis en la ciudad de Cartagena de Indias se ha incrementado exponencialmente en las últimas décadas, debido a varios factores, como la inexistencia de servicio de transporte público en zonas vulnerables y apartadas sumado a su bajo desempeño, y la alta tasa de desempleo (Sánchez Jabba, 2011). Como resultado, la ciudad de Cartagena cuenta con el mayor número de personas ofreciendo servicios de mototaxi en Colombia (Maza Ávila et al., 2019).

Considerando la realidad expuesta en la ciudad de Cartagena de Indias asociada al mototaxismo, esta investigación pretende entender las razones de las personas que los llevan a utilizar el mototaxi como un modo de transporte. Para analizar esta situación desde una perspectiva de las personas y su interacción con el entorno se hará uso de modelos que se enfocan en entender como los estímulos ambientales (S) afectan a los organismos (O) y como estos organismos responden (R) a los estímulos (i.e., modelos S-O-R).

El modelo de Mehrabian Russell (MRM) es un modelo S-O-R utilizado ampliamente en la literatura en contextos diferentes al transporte. Este modelo explica el comportamiento de evitación-aproximación hacia un lugar (o servicio) basado en una respuesta emocional primaria (PER) y estados emocionales provocados por estímulos percibidos del entorno. El MRM se puede aplicar para entender el proceso cognitivo/afectivo que conduce a las intenciones de aproximación/evitación (Mehrabian & Russell, 1974). Dado lo anteriormente mencionado, esta investigación aporta conocimiento al extender el modelo teórico de Mehrabian and Russell desde la perspectiva S-O-R al contexto del mototaxismo en la ciudad de Cartagena de Indias

para entender el comportamiento de aproximación/evitación de los usuarios y no usuarios del mototaxi.

2. Revisión de literatura

Hace veinte años, el mototaxi surgió como un modo informal de transporte público en la costa caribeña de Colombia (Castillo Osorio, 2010). Desde entonces, ha ganado popularidad y se ha extendido en la ciudad de Cartagena. El uso de mototaxis en la ciudad ha experimentado un rápido aumento en las últimas décadas debido a la falta de servicios de transporte público en áreas vulnerables y remotas, así como a su bajo rendimiento y la alta tasa de desempleo, entre otros factores (Herazo B et al., 2011).

En la literatura se ha empezado a estudiar los modelos integrados de elección, para así entender los procesos de toma de decisiones de los individuos mediante la evaluación de los atributos medidos objetivamente de las alternativas y los factores psicológicos. Entre estos modelos se encuentran los de psicología ambiental llamados modelos S-O-R por sus siglas en inglés (Stimulus-Organism-Response), los cuales procesan los estímulos para generar una salida o respuesta y se han utilizado ampliamente en varias disciplinas. Los modelos S-O-R también han sido la base de diferentes investigaciones en temas de excitación, placer y dominancia (Mehrabian & Russell, 1974) al igual que para entender la estética (Wohlwill et al., 1976).

El modelo de Mehrabian & Russell (1974) (MRM) es uno de los modelos SOR que explica cómo las respuestas emocionales (relacionadas con las percepciones del entorno construido) explican el comportamiento de aproximación/evitación en situaciones (e.g., conversaciones e interacción social) y lugares (e.g., restaurantes (Jang & Namkung, 2009)) o tiendas minoristas. Este modelo ha predicho ampliamente el comportamiento de los usuarios y se ha aplicado para entender el comportamiento de compra impulsiva en subastas (Chen & Yao, 2018), el comportamiento de los usuarios al comprar en línea (Peng & Kim, 2014) o la recurrencia de los clientes en los comercios en línea (Li et al., 2018). Esta teoría se puede explicar por una respuesta emocional primaria (PER) que cuenta con tres dimensiones afectivas: placer, excitación y dominio, las cuales cubren toda la gama de los estados emocionales de los individuos (Mehrabian, 1996; Mehrabian & Russell, 1974).

Mehrabian & Russell (1974) argumentaron que el placer es un estado mental que va desde el dolor o la infelicidad extrema hasta la felicidad o el éxtasis extremo (Appolloni et al., 2019; Friman, 2010; Paige Willis et al., 2013; Wild & Woodward, 2019). En cuanto a la excitación, indica el nivel de excitación, alerta y estimulación de una persona (Bakker et al., 2014). La excitación puede llegar a los extremos emocionales por lo que

está relacionado con experiencias afectivas tanto positivas como negativas y a la vez a conductas de evitación (Van Oel & Van den Berkhof, 2013) causado por una sobrecarga sensorial o el estrés (Gatersleben & Uzzell, 2007; Liu & Ma, 2019). El dominio se refiere al punto en el que una persona siente que puede controlar los eventos en lugar de ser controlado por ellos (Bakker et al., 2014; Gatersleben & Uzzell, 2007; Mehrabian & Russell, 1974; Stamps, 2005; Yani-de-Soriano & Foxall, 2006). Cuando existe un sentimiento de sumisión o no hay un control de la situación, las experiencias afectivas en esta dimensión son negativas (Ryan & Deci, 2001; Zhang et al., 2019).

Bakker et al., (2014) han definido estas dimensiones como continuos que pueden ser reportados verbalmente (Mehrabian & Russell, 1974), considerando extremos emocionales (Stamps, 2005). Por ejemplo, Hsieh et al. (2014) examinaron la respuesta del consumidor al ambiente generado por un sitio web (por ejemplo, señales relevantes para la tarea), y concluyeron que el placer, la excitación y el dominio median el ambiente del sitio web sobre la intención de compra. Por otra parte, Vanwesenbeeck et al. (2016) propusieron un modelo sobre las bases del modelo de Mehrabian & Russell (1974) y revelaron que el conocimiento de la persuasión en los juegos de azar se ve afectado por el placer, excitación y dominio. Mientras que Graa & Dani-Elkebir (2012) aplicaron el modelo para entornos minoristas e investigaron el placer, excitación y dominación en las emociones de los clientes para así conocer el comportamiento de compra por impulso.

La aplicabilidad de este tipo de modelos no es común en entornos asociados al transporte. Adicionalmente, la literatura existente alrededor de la utilización del mototaxi y los motivos del uso de este modo de transporte también es escasa. Dado lo anterior, la presente investigación busca llenar estos vacíos identificados en la literatura generando una propuesta de la psicología ambiental para entender la decisión de las personas que los lleva a utilizar o no el mototaxi como modo de transporte.

3. Metodología

La metodología fue diseñada con el fin de cumplir con los objetivos establecidos y asegurar que el producto final entregado sea apropiado para el propósito de la investigación. Este estudio es una investigación de campo que se realizó para obtener datos de la realidad y analizarlos tal como se presentan. El desarrollo de la metodología se dividió en tres fases principales: la creación del instrumento de medición, la recolección y el tratamiento de los datos, y la modelación. A continuación, se detalla cada una de estas fases mencionadas previamente.

3.1. Recolección de datos

Los datos utilizados en esta investigación se obtuvieron a través de una encuesta en línea y encuestas de interceptación para garantizar la representatividad de los resultados. La encuesta en línea se realizó mediante la herramienta Google Forms y se distribuyó mediante estrategias publicitarias en las plataformas de Facebook e Instagram, con una duración aproximada de 7 minutos. Las encuestas de intercepción, que tenían una duración aproximada de 10 minutos, se realizaron en conjunto durante los meses de octubre y noviembre de 2022. Se obtuvieron 403 respuestas en línea, siendo la mayoría de los encuestados de género femenino. Para evitar un sesgo de muestra debido a la distribución desigual por género, se recolectaron 68 encuestas de interceptación adicionales que permitieron recolectar una muestra con distribución similar a la presente en Cartagena de Indias.

Para diseñar el instrumento utilizado en la presente investigación se siguieron tres etapas principales. En la primera etapa de la investigación, se llevó a cabo un exhaustivo análisis de la literatura existente (fuente secundaria) acerca de los elementos subjetivos que representan la excitación, placer y dominio (variables del MRM) en entornos urbanos donde se encuentran mototaxis. Posteriormente, se realizó un grupo focal con el objetivo de conocer la percepción sobre las afirmaciones presentadas. Un grupo de cinco personas compuso la muestra de conveniencia, los participantes estuvieron presentes en discusiones que respondieron a diferentes afirmaciones de su percepción sobre mototaxismo en la ciudad de Cartagena de Indias. El grupo focal confirmó y ayudó a reformular la redacción de las preguntas a utilizar en la encuesta para garantizar su validez aparente. Finalmente, se realizó un estudio piloto para asegurar la validez de contenido y la confiabilidad de los constructos. La encuesta final incluye: una sección inicial sobre la cantidad de veces que las personas se desplazan en mototaxi en la semana, preguntas actitudinales y de percepción con opciones de respuesta en escala tipo Likert sobre el mototaxi y finalmente, la información sociodemográfica. Finalmente, se obtuvieron 11 afirmaciones que representan los elementos subjetivos y que serán representadas posteriormente por medio de variables latentes (ver Tabla 1).

Tabla 1: Afirmaciones para identificación de variables latentes

Indicador	Afirmación
Comodidad	Usar mototaxi en la ciudad de Cartagena me genera comodidad
Relajarme	Mientras me desplazo en mototaxi en la ciudad puedo relajarme
Suspensión	La mayoría de motos que se usan para mototaxismo tienen una suspensión que hacen el viaje placentero
Asientos	La mayoría de motos que se usan para mototaxismo ofrece asientos cómodos
Cualquier lugar	Puedo utilizar el mototaxi para ir a cualquier lugar en la ciudad de Cartagena
Fácil acceso	Puedo acceder al mototaxi desde cualquier lugar

Cualquier momento	Puedo utilizar el mototaxi en cualquier momento
Robo	Al usar mototaxi es probable que me roben
Acoso	Al usar mototaxi es probable que agredan sexualmente de mi
Caída	Al usar mototaxi es muy probable que me vea involucrado en una caída
Siniestro	Al usar mototaxi es muy probable que me accidente

3.2. Modelación

La modelación de los datos se realizó a través de modelos de ecuaciones estructurales que buscan representar el modelo teórico de Mehrabian y Russell (1974). Inicialmente se realizó un análisis factorial confirmatorio para confirmar la validez interna de cada una de las variables latentes propuestas en el modelo (i.e., placer, excitación y dominancia). Posteriormente, se expresó una variable latente de segundo nivel que permitió representar la respuesta emocional primaria propuesta por el modelo de ecuaciones estructurales.

Una vez obtenidas las variables latentes, se utilizaron modelos de ecuaciones estructurales (SEM) para representar el modelo teórico propuesto por Mehrabian y Russell (1974). Los modelos (SEM) son un conjunto de modelos estadísticos que intentan explicar las relaciones entre múltiples variables. Al hacerlo, examina la estructura de las interrelaciones expresadas en una serie de ecuaciones, similares a una serie de ecuaciones de regresión múltiple. Estas ecuaciones describen todas las relaciones entre los constructos involucrados en el análisis (las variables dependientes e independientes). Las variables dependientes de una relación pueden convertirse en variables independientes en relaciones posteriores, creando un patrón estructural de interdependencia en el modelo. Además, muchas de las mismas variables afectan a cada una de las variables dependientes, pero con efectos diferentes. Las relaciones propuestas se traducen entonces en una serie de ecuaciones estructurales para cada variable dependiente (Hair et al., 2014).

Un modelo SEM completo consta de un modelo de medición y un modelo estructural que se puede representar de forma visual mediante un diagrama de ruta o flujo. Esta representación visual de la relación emplea convenciones específicas tanto para los constructos y variables medidas como para las relaciones entre ellos. Los constructos latentes están relacionados con variables medidas con una relación de medición. Este es un tipo de relación de dependencia (representada por una flecha recta) entre las variables medidas y los constructos.

4. Resultados y discusión

Para abordar la teoría comportamental de aproximación/evitación con relación al uso del mototaxismo, se construyó un instrumento de medición que permitió recolectar información subjetiva y objetiva de usuarios y no usuarios de mototaxi en la ciudad de Cartagena cumpliendo con el primer y segundo objetivo específico. Se empleó un modelo que incluye tres variables latentes de primer orden: placer, excitación y dominancia, y una variable latente de segunda orden denominada PER, que explica cómo los estímulos del entorno afectan las emociones de un individuo y, por lo tanto, su comportamiento en situaciones específicas cumpliendo con el tercer objetivo específico. Es importante destacar que las variables latentes de placer, dominancia y PER representan un constructo positivo, mientras que la variable latente de excitación representa un constructo negativo debido a los indicadores utilizados para su identificación. Los constructos positivos se relacionan con emociones agradables, como la felicidad, la alegría o la satisfacción, mientras que los constructos negativos se relacionan con emociones desagradables, como la tristeza, el miedo o la ira.

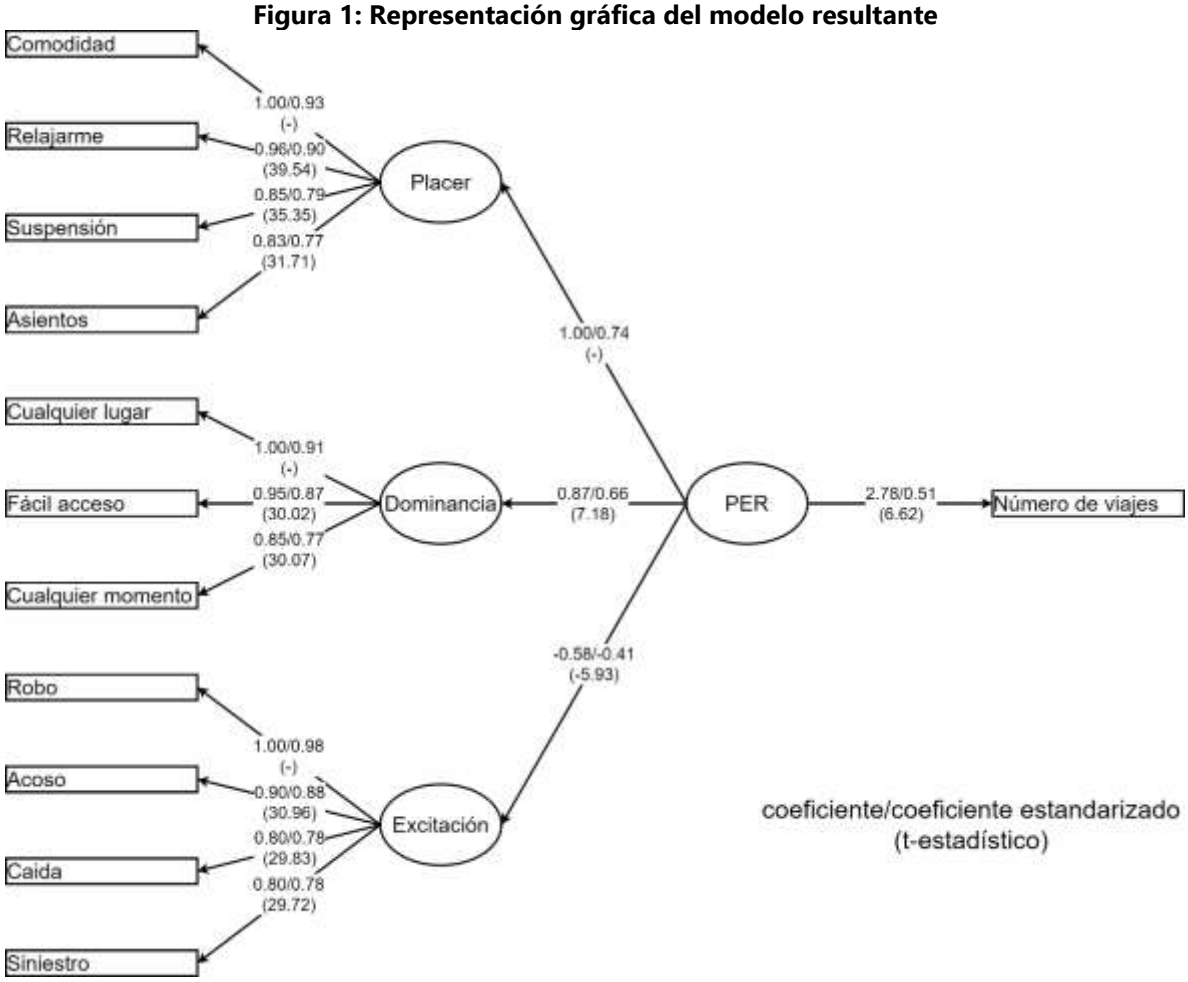
El modelo de medición empleado en el modelo SEM resultante considera las tres variables latentes: placer, excitación y dominancia, las cuales son explicadas por 11 indicadores. La relación existente entre las variables latentes y los indicadores se encuentra representada la Tabla 2 que presenta los coeficientes y el valor t estadístico asociados.

Tabla 2: Resultados del modelo de medición

Variable latente	Indicador	Coeficiente (t-estadístico)	Coeficiente estandarizado
Segundo nivel			
Placer	Comodidad	1.00 (fijo)	0.93
	Relajarme	0.96 (39.54)	0.90
	Suspensión	0.85 (35.35)	0.79
	Asientos	0.83 (31.71)	0.77
Dominancia	Cualquier lugar	1.00 (fijo)	0.91
	Fácil acceso	0.95 (30.02)	0.87
	Cualquier momento	0.85 (30.07)	0.77
Excitación	Robo	1.00 (fijo)	0.98
	Acoso	0.90 (30.96)	0.88
	Caída	0.80 (29.83)	0.78
	Siniestro	0.80 (29.72)	0.78
Primer nivel			
Respuesta emocional primaria (PER)	Placer	1.00 (fijo)	0.74
	Dominancia	0.87 (7.18)	0.66
	Excitación	-0.58 (-5.93)	-0.41

Adicionalmente, en la Figura 1 se puede observar la representación gráfica del modelo propuesto para explicar la influencia de la respuesta emocional primaria (PER) sobre la decisión de aproximarse o evitar el uso del mototaxi por parte de las personas.

Figura 1: Representación gráfica del modelo resultante



El modelo teórico de Mehrabian y Roussell no ha sido aplicado en el contexto del mototaxismo en ciudades con contextos similares al presente en Cartagena de Indias. Los resultados del presente estudio validan la aplicabilidad de este tipo de modelos de la psicología ambiental en contextos asociados al transporte, justificando la incorporación de esta estructura en el sector.

Para evaluar cómo los usuarios perciben los entornos, el factor de placer se utiliza con frecuencia (Menon & Kahn, 2002). En el presente estudio se utilizaron indicadores relacionados con el placer, encontrando que los usuarios perciben emociones positivas al utilizar el mototaxi como modo de transporte. Este resultado sugiere que la comodidad, el bienestar y la satisfacción son factores determinantes para generar experiencias emocionalmente positivas que influyen en la cantidad de veces de uso/no uso del mototaxi como modo de transporte. Asientos cómodos, buena suspensión y

viajes placenteros son elementos que podrían inducir a los usuarios a preferir el mototaxi en comparación con otras opciones de transporte. Esto se debe a que el mototaxi ofrece una experiencia de viaje personalizada y adaptada a las necesidades individuales de cada usuario, lo que genera sensaciones de bienestar y satisfacción (Martinez & McAndrews, 2021). Como resultado, los usuarios están más dispuestos a explorar nuevas opciones y asumir riesgos al elegir el mototaxi.

Adicionalmente, los resultados de la dimensión de excitación arrojaron una respuesta emocional negativa de los usuarios hacia los robos, accidentes viales, caídas y acoso sexual, generando un comportamiento de evitación hacia el mototaxi como modo de transporte. Al revisar la literatura disponible, se puede observar que existe una estrecha relación entre la sobreexcitación de las personas y su tendencia a evitar ciertas situaciones (Gatersleben & Uzzell, 2007). Este comportamiento se debe a la percepción negativa que les generan estos eventos y a la sobreexcitación que experimentan las personas cuando se enfrentan a situaciones similares. Como resultado, las personas pueden preferir evitar ciertos lugares o modos de transporte que les generen una mayor percepción de riesgo.

En relación con la dimensión de dominancia y en consonancia con la teoría MRM, los resultados evidencian una asociación entre los sentimientos de control y el afecto positivo. Se puede prever que la disponibilidad del servicio, accesibilidad y elementos climáticos tienen un efecto significativamente favorable sobre la disposición de las personas de usar o no el mototaxi, lo cual denota respuestas emocionales positivas que propician una inclinación hacia este modo de transporte. En consecuencia, cuando los individuos perciben que tienen el control sobre sus elecciones, como la elección del lugar o momento de uso, se aumenta la propensión de emplear dicho modo de transporte. Esto es consistente con la idea de que la percepción de control puede influir en el comportamiento de los individuos, incluyendo sus decisiones de transporte. Además, la sensación de autonomía y libertad adquirida al usar un modo de transporte puede aumentar la satisfacción del usuario y su disposición a usarlo en el futuro.

5. Conclusiones

Mehabian y Russel (1974) postularon la existencia de una respuesta emocional primaria, la cual se compone de tres elementos: placer, excitación y dominancia. Según este modelo, un cambio en la respuesta emocional primaria puede influir en las emociones de un individuo en la toma de decisiones. Este modelo ha sido aplicado en diversas áreas de la psicología, como la evaluación de la cantidad de bienes y servicios que las personas desean adquirir en tiendas o sitios web, entre otros contextos. En el ámbito de modos activos, se ha empleado esta respuesta emocional primaria para

evaluar la motivación de los peatones para utilizar o no la acera. En el presente estudio se empleó este modelo teórico para analizar el mototaxismo en la ciudad de Cartagena de Indias, demostrando que dicho modelo es aplicable para explicar los factores que motivan a las personas a utilizar o no este servicio. Este estudio es pionero en el área de transporte, ya que introduce un modelo teórico en el contexto del mototaxismo en entornos urbanos de ciudades del sur global.

En nuestro estudio, se encontró que las personas en Cartagena de Indias tienden a usar el mototaxi como modo de transporte debido a que este genera emociones positivas al proporcionar comodidad, bienestar y satisfacción durante los viajes. La disponibilidad de asientos cómodos y la experiencia de viaje personalizada son factores determinantes para que los usuarios se aproximen al uso de mototaxi. Por otro lado, las personas muestran emociones de control, autonomía y libertad que también influyen positivamente en decisión de utilizar o no mototaxi. La sensación de tener el control sobre las elecciones y la libertad de decidir el momento y lugar de uso aumenta la probabilidad de utilizar el mototaxi. Sin embargo, se reveló que eventos negativos como robos, accidentes y acosos sexuales generan una respuesta emocional negativa y propician la evitación del mototaxi. Estos factores tienen un impacto significativo en la percepción de los usuarios y su disposición a explorar nuevas opciones de transporte.

6. Referencias

Appolloni, L., Corazza, M.V., D'Alessandro, D. (2019). The pleasure of walking: An innovative methodology to assess appropriate walkable performance in urban areas to support transport planning. *Sustainability*. 11(12).

Bakker, I, van der Voordt, T., Vink, P. Boon, J. (2014). Pleasure, Arousal, Dominance: Mehrabian and Russell revisited. *Current Psychology*. 33(3), 405-421.

Castillo Osorio, B. (2010). El mototaxismo ¿Problema informal o un medio de generación de ingresos para resolver en parte el problema del desempleo en Monteria?

Chen, C.C., Yao, J.Y. (2018). What drives impulse buying behaviors in a mobile auction? The perspective of the Stimulus-Organism-Response model. *Telematics and Informatics*. 35(5), 1249-1262.

Friman, M. (2010). Affective dimensions of the waiting experience. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 13(3), 197-205.

Gatersleben, B., Uzzell, D. (2007). Affective Appraisals of the Daily Commute: Comparing Perceptions of Drivers, Cyclists, Walkers, and Users of Public Transport. *Environment and Behavior*. 39(3), 416-431.

Graa, A., Dani-Elkebir, M. (2012). Application of stimulus & response model to impulse buying behavior of Algerian consumers. *Serbian Journal of Management*. 7(1), 53-64.

Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E. (2014). *Multivariate Data Analysis (MVDA).*

Herazo, B. Y., Domínguez, R., Olarte, S., Quitian, L. (2011). Discapacidad y mototaxismo en Cartagena, Colombia. *Revista Facultad Nacional Salud Pública*. 29(4), 469-473.

Hsieh, J.K., Hsieh, Y.C., Chiu, H.C., Yang, Y.R. (2014). Customer response to web site atmospherics: Task-relevant cues, situational involvement and PAD. *Journal of Interactive Marketing*. 28(3), 225-236.

Jang, S.C., Namkung, Y. (2009). Perceived quality, emotions, and behavioral intentions: Application of an extended Mehrabian-Russell model to restaurants. *Journal of Business Research*, 62(4), 451-460.

Li, W.J., Yen, C., Lin, Y.S., Tung, S.C., Huang, S. (2018). JustIoT Internet of Things based on the Firebase real-time database. *2018 IEEE International Conference on Smart Manufacturing, Industrial & Logistics Engineering (SMILE)*. 43-47.

Liu, A., Ma, E. (2019). Travel during holidays in China: Crowding's impacts on tourists' positive and negative affect and satisfactions. *Journal of Hospitality and Tourism Management*. 41, 60-68.

Martinez, B.M., McAndrews, L.E. (2021). The influence of mobile application design features on users' stickiness intentions as mediated by emotional response. *International Journal of Retail & Distribution Management*. 49(11), 1497-1511.

Maza Ávila, J.F., Blanco Bello, R., Fals Galezo, M.P. (2019). Percepciones sobre los efectos económicos, sociales y ambientales del mototaxismo en municipios del departamento de Bolívar (Colombia). *Panorama Económico*. 27(2).

Mehrabian, A. (1996). Pleasure-arousal-dominance: A general framework for describing and measuring individual differences in Temperament. *Current Psychology*. 14(4), 261-292.

Mehrabian, A., Russell, J.A. (1974). An approach to environmental psychology. *The MIT Press*.

Menon, S., Kahn, B. (2002). Cross-category effects of induced arousal and pleasure on the internet shopping experience. *Journal of Retailing*. 78(1), 31-40.

Montezuma, R. (2010). La moto como modo de transporte masivo: Contexto inédito para muchos países, ciudades y ciudadanos. *Movilidad y Ciudad del Siglo XXI: Retos e innovaciones*. 62-105.

Paige Willis, D., Manaugh, K., El-Geneidy, A. (2013). Uniquely satisfied: Exploring cyclist satisfaction. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 18, 136-147.

Peng, C., Kim, Y.G. (2014). Application of the Stimuli-Organism-Response (S-O- R) Framework to Online Shopping Behavior. *Journal of Internet Commerce*. 13(34), 159-176.

Rodríguez, D.A., Santana, M., Pardo, C.F. (2015). La Motocicleta en América Latina: Caracterización de uso e impactos en la movilidad en cinco ciudades de la región. (Despacio)

Ryan, R.M., Deci, E.L. (2001). On Happiness and Human Potentials: A Review of Research on Hedonic and Eudaimonic Well-Being. *Annual Review of Psychology*. 52(1), 141-166.

Sánchez Jabba, A. (2011). La economía del mototaxismo: El caso de Sincelejo.

Stamps, A.E. (2005). In Search of Dominance: The Case of the Missing Dimension. *Perceptual and Motor Skills*. 100(2), 559-566.

Van Oel, C.J., Van den Berkhof, F.W.D. (2013). Consumer preferences in the design of airport passenger areas. *Journal of Environmental Psychology*. 36, 280-290.

Vanwesenbeeck, I., Walrave, M., Ponnet, K. (2016). Young adolescents and advertising on social network games: A structural equation model of perceived parental media mediation, advertising literacy, and behavioral intention. *Journal of Advertising*. 45, 183-197.

Wild, K., Woodward, A. (2019). Why are cyclists the happiest commuters? Health, pleasure and the e-bike. *Journal of Transport and Health*. 14.

Wohlwill, J.F., Nasar, J.L., DeJoy, D.M., Foruzani, H.H. (1976). Behavioral effects of a noisy environment: Task involvement versus passive exposure. *Journal of Applied Psychology*. 61, 67-74.

Yani-de-Soriano, M.M., Foxall, G.R. (2006). The emotional power of place: The fall and rise of dominance in retail research. *Journal of Retailing and Consumer Services*. 13(6), 403-416.

Zhang, M., Ihme, K., Drewitz, U. (2019). Discriminating drivers' emotions through the dimension of power: Evidence from facial infrared thermography and peripheral physiological measurements. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*. 63, 135-143.

NEOMOVILIDAD: HACIA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE BAJO EN CARBONO EN LA HABANA

Reynier Campos Pompa
Dirección General de Transporte Provincial, La Habana, Cuba. reyniercampos1989@gmail.com

RESUMEN

Neomovilidad es un proyecto que coordina la Dirección General de Transporte de La Habana, acompañado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), se enfoca en la mitigación del cambio climático en el sector transporte en la ciudad, a partir de la promoción de distintas acciones en pos de una movilidad sostenible. Mediante la ejecución del proyecto se han fortalecido las capacidades nacionales de la ciudad para la mitigación del Cambio Climático en el sector de transporte. Para ello, se han actualizado los documentos normativos que favorecen la Movilidad Urbana Sostenible, propiciando un entorno regulador para la reducción de emisiones en el sector de transporte urbano. Además, se han fortalecido las capacidades técnicas a especialistas y directivos mediante masters, cursos y talleres técnicos con presencia de expertos internacionales. El proyecto implementa intervenciones pilotos relacionadas con la movilidad sostenible y baja en emisiones. Una de estas intervenciones implementadas son la red de triciclos eléctricos donde el proyecto adquirió 25 triciclos para apoyar la movilidad interna de barrios con poco servicio de transporte, 13 de los 25 triciclos son operados por mujeres, impulsando el empoderamiento femenino en el sector. Otra de las intervenciones claves es la implementación de un nuevo sector piloto del Sistemas de Bicicletas Públicas Ha'Bici, como parte de su progresiva expansión en la ciudad como medio alternativo de transporte. Con unas 300 bicicletas, esta experiencia se implementa de un modo innovador para el país, a partir de la alianza entre la gestión pública y actores privados en función del desarrollo local. El proyecto también ejecutó acciones de urbanismo táctico y sistemas inteligentes semafóricos en la zona de intervención piloto, mejorando la seguridad y el entorno en la zona.

1. Antecedentes

La República de Cuba ha fortalecido su marco de políticas nacionales dirigidas a promover un desarrollo menos intenso en carbono, adoptar medidas para mitigar el cambio climático y mejorar la calidad y competitividad de los servicios de transporte.
Para apoyar la implementación de estas políticas decidió acceder a fondos de la cooperación internacional mediante el Proyecto PNUD/FMAM NEOMOVILIDAD, con una duración de 4 años (2019-2023), que se ejecutó nacionalmente por la Dirección General de Transporte de Provincia La Habana (DGTPH), perteneciente al Gobierno Provincial de La Habana. Esta iniciativa contó con el apoyo financiero de 1,9 millones de USD del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por las siglas en inglés) como socio de la cooperación internacional, específicamente por el área de Mitigación del Cambio Climático y se implementa en Cuba por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

El proyecto respalda la Política de Ordenamiento del Transporte de Pasajeros en La Habana, que concibe cuatro líneas estratégicas de transporte para La Habana del siglo XXI:
• Priorizar y reforzar el transporte público colectivo como forma más eficiente y accesible para la mayoría de la población
• Incentivar el uso del transporte no motorizado como forma más sustentable (peatones y ciclos)
• Disuadir el uso del transporte individual automotor y privado por ser el modo más contaminante e ineficiente
• Lograr una gestión integral de la calidad del servicio de transporte a partir de resolver las deficiencias detectadas (seguridad y confiabilidad)
El proyecto apoya la implementación del Programa de Desarrollo del Transporte en La Habana y se corresponde con las Bases del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) hasta el 2030.

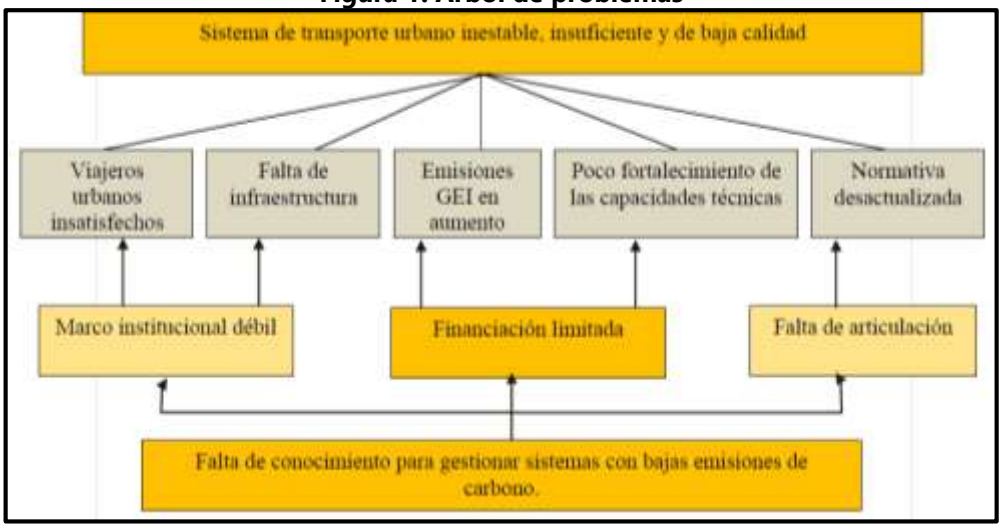
2. Problemática que aborda el proyecto

El sistema de transporte público en Cuba es un servicio que se brinda para beneficio de los ciudadanos. Sin embargo, pese a los esfuerzos realizados en medio de las serias limitaciones económicas a las que el país ha estado expuesto desde el triunfo de la Revolución, este servicio, aunque se continúa brindado, no satisfice la alta demanda de la población urbana.
Con relación a la magnitud del problema en la ciudad, el sistema de transporte público urbano para la población, compuesto por 229 unidades que prestan servicios en las

principales líneas de servicio y 187 unidades en las líneas secundarias adyacentes, representó 118.99 kt de CO2eq para transportar 572,5 millones de pasajeros anualmente, cifra que está muy por debajo de las necesidades de movilidad actuales de la población metropolitana. De acuerdo con el Segundo Comunicado Nacional (2016), los resultados del inventario de GEI demuestran que el sector del transporte no representa un segmento importante en el aumento de emisiones de CO2 en el actual contexto cubano. Sin embargo, la lenta recuperación económica, entre otros factores, limita la modernización de la flota de transporte urbano y el acceso a otras tecnologías de transporte urbano. Esta limitación lleva a la tendencia de que aumenten las emisiones de GEI, especialmente debido al creciente consumo de combustible diésel y la calidad del mismo (alto contenido de sulfuro). Esto ha implicado que solo se puedan utilizar motores de hasta EURO-2 y 3 para que el transporte público pueda enfrentar la creciente demanda en el actual servicio de transporte de pasajeros en la ciudad.

Por ende, el reto para el desarrollo es mejorar el servicio de transporte público que, en todos estos años, se ha caracterizado por ser inestable, insuficiente y de baja calidad, aun en los momentos de una mayor capacidad de transporte. La situación actual de este servicio público nos conduce a una serie de factores sociales, institucionales y ambientales externos, incluida la falta de un sistema de movilidad integral y de alta calidad vinculado a una organización urbana óptima. Esto también favorece la tendencia de aumentar las emisiones de GEI que contribuyen al calentamiento global, debido al incremento de una flota automotriz ineficiente que utiliza combustible diésel y gasolina y que ni siquiera cubre las necesidades de movilidad urbana de la población de La Habana (véase la Figura 1 – Análisis del Árbol de Problemas).

Figura 1: Árbol de problemas



3. Visión del proyecto

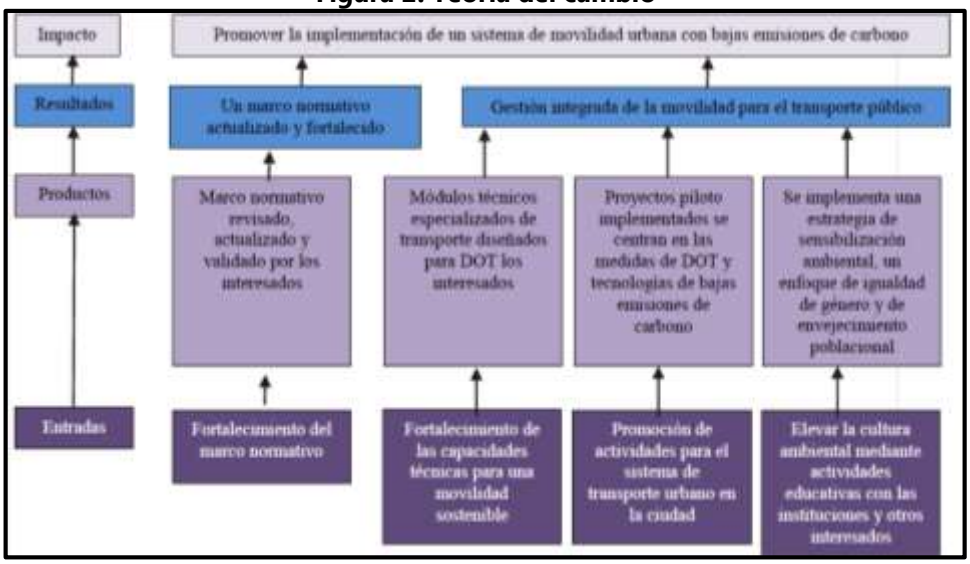
La visión del proyecto fue establecer una transición eficiente hacia la implementación de un sistema de transporte urbano con bajas emisiones de carbono en la ciudad de La Habana y proporcionar múltiples beneficios –tanto a nivel local como global— mediante la integración del transporte urbano, la planificación física y la movilidad urbana.

Esta visión se alcanzará mediante intervenciones directas en las problemáticas identificadas anteriormente. El Proyecto brindará apoyo para el fomento de capacidades y el fortalecimiento institucional, mediante una experiencia innovadora del PNUD y el FMAM en Cuba que contribuirá a enfrentar un serio reto para el desarrollo: elevar la eficiencia del servicio de transporte urbano en la ciudad a través de una opción alternativa con bajas emisiones de carbono.

Como se resume en el análisis de la Teoría del Cambio, en la Figura 2 se muestra que el camino alternativo propuesto por el Proyecto está dirigido a:

i. Fortalecer del marco normativo
ii. Capacitar al capital humano en el sector del transporte urbano sobre cuestiones relacionadas con la movilidad sostenible
iii. Promover acciones para establecer un sistema de transporte urbano con bajas emisiones de carbono en la ciudad de La Habana
iv. Elevar la cultural ambiental a través de actividades educativas con los interesados locales.

Figura 2: Teoría del cambio



4. Resultados alcanzados

La primera etapa del proyecto se centró en promover una integración entre los instrumentos de planeamiento de la ciudad y los de transporte. Esto se realizó mejorando las capacidades institucionales, empoderando a los interesados, actualizando algunas normativas del transporte urbano en relación con las medidas que promuevan bajas emisiones de carbono y, en particular, incorporando los lineamientos técnicos y operacionales apropiados para un sistema de bicicletas públicas en concordancia con un sistema integrado de transporte urbano. La segunda etapa se centra en la aplicación de un sistema de transporte público integrado que aumente la movilidad urbana, incrementando a la larga los beneficios ambientales y, con el tiempo, el empoderamiento de la ciudad. El enfoque se basa en la ejecución de innovadoras intervenciones pilotos que demuestren el progreso y produzca un cambio en el paradigma habitual, en los formuladores de política (nacionales y provinciales) y en los pasajeros urbanos.

- El proyecto logró impactos, a partir de acciones específicas, entre las que destacan:
- La revisión y actualización de documentos normativos sobre transporte bajo en emisiones:
- 1 norma sobre control de emisiones en vehículos de motor ya aprobada por el Comité de Normas MITRANS.
- propuestas de reglamento en aprobación sobre el Sistema Público de Bicicletas, Términos y definiciones de movilidad urbana sustentable e indicadores de movilidad urbana sustentable).
- Se preparó y compartió con los actores involucrados 1 Guía para la implementación de medidas de Desarrollo Orientado al Transporte.
- 1 propuesta de actualización de la Ley 109 que fue presentada a la Comisión Nacional de Seguridad Vial para su evaluación cuando se actualice la Ley.
- 1 revisión y propuesta de actualización del Marco Normativo relacionado con infraestructuras de transporte y accesibilidad.
- 1 propuesta de Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación para las pruebas piloto del proyecto.
- 1 Cartilla para el enfoque de equidad de género, edad y accesibilidad en la gestión del proyecto "Neomovilidad.
- 1 Estrategia de Género y Equidad para la Dirección General de Transporte de La Habana.
- Apoyo a la elaboración de 5 normativas relacionadas a la movilidad eléctrica.

Además, se trabajó en la producción de informes técnicos sobre brechas de género y generacional, vehículos eléctricos, bicicletas, que apoyen e impulsen la actualización de algunas normativas.

Fue trascendental el aumento de capacidades técnicas al Centro de Manejo Ambiental del Transporte (CIMAB) para la realización de estudios de tráfico y movilidad y el control de las emisiones de fuentes móviles, con equipamiento adquirido por el proyecto.

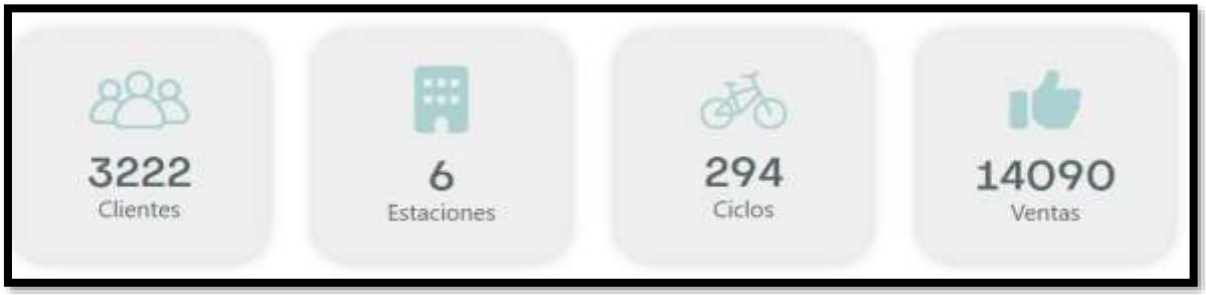
Como parte del incremento de capacidades técnicas que impulsa Neomovilidad, se graduaron 6 directivos vinculados directamente en el proyecto de la VI Edición del Máster Universitario en Planificación, Economía y Operación del Transporte Urbano y Metropolitano, el cual tiene un enfoque muy fuerte hacia la movilidad sostenible.

A la fecha, el proyecto ha logrado integrar a entidades académicas, sector cuentapropista, científicas, empresariales y organismos rectores de las políticas, en procesos de sensibilización, capacitación y cambio de mentalidad. Además, ya el proyecto es referencia a nivel nacional e internacional y estamos compartiendo nuestras lecciones aprendidas en diferentes foros logrando sinergias con otros organismos y entidades en aras de impulsar el desarrollo de la movilidad sostenible y baja en emisiones.

Se implementó la prueba piloto de sistema de bicicletas públicas Habici, con 6 cicloestaciones y 300 bicicletas, donde la Unidad de Manejo ha planteado un hito y un desafío al poner en licitación pública tanto para empresas estatales como formas de gestión no estatal, la operación del sistema. Para la gestión del sistema se creó un Proyecto de Desarrollo Local entre el gestor privado y la Dirección General de Transporte de La Habana, donde la parte estatal es la responsable de las infraestructuras (cicloestaciones y ciclovias) y el privado de la gestión del sistema.

El 13 de enero de 2023 se inauguró el sistema, el resultado del servicio en el primer año de funcionamiento se presenta a continuación:

Figura 3: Datos del servicio del Sistema de Bicicletas Publicas



Además, al estar la sede del sistema de bicicleta en la Universidad Tecnológica de La Habana se ha creado un vínculo con la comunidad universitaria para realizar actividades de investigación relacionados con el mejoramiento y la sostenibilidad del sistema.

Figura 4: Sistema de Bicicletas Publicas

Con el objetivo de promover la movilidad eléctrica como una alternativa del modelo de transporte bajo en carbono, se creó una red de rutas con 25 triciclos eléctricos que brindan servicio a la Zona sur de La Habana. El sistema se inauguró el 2 junio de 2022 y hasta finales de diciembre de 2023 ha transportado a más de 500 mil pasajeros, con esta intervención piloto se ha asegurado un potencial de reducción de emisiones de aproximadamente 6,12 tCO2eq. mensual, pronosticándose para un año un total de más de 74,461 tCO2eq.

Además, con esta iniciativa se apoya el empoderamiento de la mujer en el sector del transporte, debido a que 13 mujeres conducen estos triciclos y se promueve para que más se integren al servicio.

Gracias al impacto positivo que tuvo la apertura de estas rutas, la máxima dirección de la ciudad indico que se elaborara el proyecto de todas las rutas de triciclos eléctricos

para la ciudad y ya se han implementado 6 rutas más en otras zonas periféricas de la ciudad.

Figura: 5 Triciclos eléctricos

El proyecto también ejecutó acciones de urbanismo táctico y sistemas inteligentes semafóricos en la zona de intervención piloto, mejorando la seguridad y el entorno en la zona.

Figura 6: Urbanismo táctico en Fontanar

5. Conclusiones

En términos generales se puede afirmar que existe un entorno institucional en plena transformación, como resultado de las recientes modificaciones institucionales y, por ende, todavía débil y que, entre otros aspectos, sufre las consecuencias de una implementación limitada de mecanismos financieros para enfrentar las grandes inversiones que requiere el sistema de transporte público. Este entorno institucional debe lidiar con una desfavorable infraestructura y una escasa disponibilidad de medios

de transporte, lo que hace que la demanda de movilidad sea muy superior a la oferta. Al mismo tiempo, existe una falta de articulación para la aplicación de políticas públicas que, mediante la integración de los planes de desarrollo urbano y la movilidad, hagan a las ciudades más resilientes ante los efectos del cambio climático.

Se espera que el Proyecto atienda estos desafíos y lidere el cambio de manera integrada. El enfoque se basa en un marco institucional público fortalecido que guie al sector del transporte urbano a nivel provincial para planificar una vía alternativa baja en emisiones de carbono sobre la base de la evaluación, el fomento de las capacidades y la transferencia de conocimientos necesarios para poner en práctica tecnologías y conceptos innovadores. Este enfoque promueve un clima de colaboración para la planificación, integrando a los actores del transporte urbano, los encargados de la ordenación territorial y los beneficiarios. La originalidad del Proyecto radica en el intento de proporcionar un marco integral y colaborativo para que los interesados trabajen juntos y pasen de las normativas innovadoras y revisadas a la implementación de acciones pilotos.

SOB LUTA E SOBRE DUAS RODAS: CICLOATIVISMO E POLÍTICAS PÚBLICAS DE MOBILIDADE POR BICICLETAS NO BRASIL

Alan de Oliveira Carvalho
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, Pernambuco – Brasil. alan.oliveira@ufpe.br

Anísio Brasileiro de Freitas Dourado
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, Pernambuco – Brasil. anisio.brasileiro@ufpe.br

Maurício Oliveira de Andrade
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, Pernambuco – Brasil. mauricio.andrade@ufpe.br

RESUMO

As disputas por espaço nas vias das cidades passam por dois grupos bastante ativos e conscientes dos seus interesses: os usuários de automóveis e os cicloativistas, pessoal organizado em prol de um deslocamento seguro e com infraestrutura adequada para as bicicletas. Munidos da preocupação da sociedade com um futuro mais sustentável, transportes inclusos, os cicloativistas possuem participação ativa nas inclusões dessas pautas nas agendas políticas. Pensando nisso, o objetivo desse trabalho é avaliar em que medida a participação social dos grupos que advogam pelo uso da bicicleta tem contribuído para o aumento dos instrumentos técnicos e legais ligados ao direito à uso das bicicletas como meio de transporte. Para tal, o artigo irá se valer do método *process tracing*, ao correlacionar o aumento dos aparatos outrora citados com a participação ativa dos simpatizantes dos deslocamentos ciclísticos. Os resultados apontam para uma relação direta do segundo fator em relação ao primeiro, apesar desses avanços ainda estarem longe do idealizado para cumprimento dos ODS da ONU e da construção efetiva de novos modelos de cidades cicloamigáveis.

1. Introdução

A busca por modelos de cidades mais justos socialmente, ambientalmente amigáveis e economicamente viáveis não é um anseio estranho à sociedade moderna. Congregar o desenvolvimento econômico e social com o apaziguamento do passivo ambiental ganha um contorno mais delineado quando se considera o bem-estar dos habitantes do planeta. O cenário trazido pela fase pós-pandemia causada pelo vírus da COVID-19 delineia de modo ainda mais claro tais preocupações e acelera a busca pelas condições ideais desse novo modelo de vida nos centros urbanos. Assim, modos alternativos de se mover pela cidade e que, ao mesmo tempo, contestam o *status quo* da mobilidade cujo deslocamento automotivo é a peça central, tais como o transporte através das bicicletas, emergem. Entretanto, quase que na mesma medida estes são confrontados pelos detentores de carros.

Mesmo em centros onde há o reconhecimento da bicicleta como meio de transporte consolidado é possível notar que promover transformações que repactuem o espaço viário para comportar o transporte sobre duas rodas não é uma tarefa tão trivial. Loorbach *et al.* (2021), ao analisarem uma experiência de mudança institucional com foco na mobilidade sustentável em Roterdã, na Holanda, evidenciaram as dificuldades vividas para implantar algumas medidas que dialogassem com a sustentabilidade nos transportes, como a transformação de espaços de estacionamento, a redução dos acessos para carros nas zonas urbanas e a implementação de políticas públicas para trabalhadores que optassem por realizar seus trajetos de maneira sustentável, como a locomoção através de bicicletas. As resistências à implantação foram sentidas mesmo em um cenário mais propício para que estas alterações fossem feitas, em virtude do menor fluxo de pessoas nas ruas devido à pandemia. Parte desse cenário pouco afeito às transformações propostas pode ser explicada pelos fatores sociais, culturais, institucionais e de infraestrutura que historicamente fizeram do automóvel a norma dos deslocamentos nas cidades.

A concepção percebida de liberdade, rapidez e conforto do automóvel como barreira para realizar a transição sustentável também foi alvo de estudos em Bergen, Noruega. Remme *et al.* (2022) analisaram três abordagens primárias: a criação de zonas livres de carros, a expansão das linhas de veículos leves sobre trilhos e a eletrificação da frota de veículos. Para os autores, as resistências políticas evidenciadas através do estudo advêm, sobremaneira, de como os partidos populistas que se articulam a favor da automobilidade reforçam as narrativas da elite, promovendo políticas econômicas neoliberais e protegendo o complexo industrial automobilístico.

Se por um lado as articulações, conscientes ou não, em torno da defesa do uso do automóvel como modo prioritário de transporte se sobressaem em momentos de crise,

em outra mão, os movimentos que advogam pela ascensão das bicicletas na matriz modal, bem como do aumento das infraestruturas próprias que sejam de uso desse tipo de veículo também ganham força. Surge então o denominado cicloativismo, termo que se refere ao ativismo em prol da bicicleta como meio de transporte sustentável através da conscientização sobre os benefícios do uso da bicicleta, além de advogar por mais infraestruturas para o tráfego de bicicletas e o aumento da segurança para esse tipo de deslocamento. Essa modalidade de ativismo atua em diversas frentes

Assim, o objetivo desse trabalho é analisar a influência do cicloativismo na promoção de políticas públicas favoráveis à mobilidade por bicicletas no território brasileiro. Para tal, o artigo aqui descrito irá se valer de uma revisão narrativa da literatura sobre a problemática anteriormente exposta de modo a aproximar a atuação dos cicloativistas da construção e formulação de políticas públicas favoráveis ao uso das bicicletas nas cidades brasileiras com o principal objetivo de avaliar em que medida o primeiro influiu no segundo. Trata-se, portanto, de uma atividade de pesquisa qualitativa cuja técnica basal envolvida é a de *process tracing*, metodologia de pesquisa cujo objetivo principal é estabelecer se e como uma causa ou causas potenciais influenciaram uma mudança específica ou um conjunto de mudanças.

O artigo trará em sua primeira seção após a introdução uma revisão de literatura que diz respeito ao histórico do cicloativismo no país. Já a segunda parte da pesquisa é voltada para um resgate dos avanços obtidos na elaboração de políticas públicas que tenham como foco o a mobilidade sustentável e a promoção dos deslocamentos feitos por bicicletas de maneira segura e com infraestruturas adequadas no país.

A simples exposição do aumento da frequência de ações coordenadas por cicloativistas e dos progressos obtidos na inclusão e discussão do tema nas agendas políticas, tal qual as contribuições sob a forma de políticas públicas direcionadas para atender os pleitos desse público não são suficientemente definidoras para comprovar uma relação direta. Assim, o terceiro momento do trabalho se debruça em conceituar o método *process tracing*, abordagem metodológica que será utilizada para validar ou rejeitar a hipótese inicial de que a pressão exercida por cicloativistas contribui de modo positivo para o aumento do número de marcos legais voltados para o transporte cicloviário. A quarta seção após a introdutória é responsável por aplicar o método com base nos dados e informações colhidas, além de, na seção final, apresentar as considerações finais acerca do trabalho.

2. Um passeio histórico pelo ativismo brasileiro em duas rodas

Entender as motivações do ativismo ciclístico é um exercício inicial de grande valia para que o contexto histórico seja compreendido com mais eficácia. Züge Junior (2015, p.

15) evidencia bem a relação entre o ciclista e a sua perspectiva crítica sobre o espaço urbano ao afirmar que, em virtude da conjuntura de fatores próprios do trânsito por bicicletas em espaços públicos carentes de infraestruturas adequadas "o ciclista assume, portanto, uma postura de ação diante da realidade na qual está inserido, passa de alguma forma a agir na defesa dessa sua forma de inserir-se no mundo".

Tal fato foi possível de se enxergar através da história no momento em que as bicicletas se consolidaram como um veículo urbano de fato, cada vez menos restritas às viagens puramente de lazer ou esporte. A globalização intensificada no Século XXI e as novas relações entre o Estado, o mercado e a sociedade civil, estas sendo mais focadas na responsabilidade social como um diferencial competitivo entre as corporações, criou o terreno fértil para a eclosão da participação da sociedade engajada no uso da bicicleta, muito embora os esporos dessa revolução já tivessem sido espalhados pelo Brasil, como se apresentará a seguir.

Leite, Cruz e Rosin (2018) trazem uma análise do processo de formulação das políticas públicas de mobilidade por bicicletas na cidade de São Paulo, dividindo-o em duas fases: a primeira com a profusão dos resultados das experiências europeias, cujas discussões iniciais datam das décadas de 70 e 80, e a inserção das mesmas no aparato do estado, marcando assim o início do ideário cicloativista na capital paulista. Já o segundo, em meados de 2000, foi marcado pelo trabalho do grupo Pró-ciclista, responsável por ser o transmissor do conhecimento na área desde a década de 80. Também atuaram como uma espécie de "correia de transmissão intergeracional", conservando e compartilhando o conhecimento produzido na década de 90. A mudança do campo de discussão das políticas de mobilidade por bicicleta da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente (SVMA) para a Secretaria dos Transportes também fomentou o aumento da participação civil em prol da ciclomobilidade.

Já Machado (2022) detalha um pouco mais as gerações de cicloativismo em São Paulo em quatro fases bem diferentes entre si: a primeira delas, de 1980 a 1992, foi motivada pela influência dos movimentos sociais e a retomada da pauta da reforma urbana. Já a segunda geração – de 1993 a 2004 – marcou a efetiva inserção dos ciclistas no poder público, justamente com a criação da SVMA. A terceira geração – entre 2005 e 2012 – foi marcada pela penetração do cicloativismo nas agendas políticas. É nesse momento em que surgem os coletivos de ativistas da mobilidade por bicicletas, organizados ou não enquanto sociedade civil, com representações no legislativo municipal. Por fim, há a quarta geração de cicloativistas, responsável pelo avanço nas políticas e ampliação da estrutura cicloviária de São Paulo sob a gestão do prefeito Fernando Haddad – de 2013 a 2016. A grande característica dessa geração, que perdura até os dias atuais, é a articulação dos cicloativistas com outros movimentos sociais, de modo a construir uma massa crítica que tenha voz ativa na construção de políticas públicas.

A partir de então diversas organizações da sociedade civil surgiram, se estabeleceram país afora em um passo de avanço lento como as conquistas políticas desses grupos. Entretanto, é importante salientar que, muito embora o cicloativismo seja construído, fatos pontuais podem catalisar o processo ativista, conforme Machado, Prolo e Santos (2016) abordam o caso de Porto Alegre. Lá, muito embora houvesse movimentações de ativismo cicloviário na capital advindas do Massa Crítica, movimento social que ocupa o espaço das ruas para divulgar a bicicleta como um meio de transporte, já existissem, um evento-crise foi a chave para o ganho de força dos coletivos ciclísticos em Porto Alegre. O atropelamento coletivo em um evento do Massa Crítica em 2011 acabou por ser a mola propulsora de uma maior participação dos ciclistas nas discussões e na implementação do Plano Diretor Cicloviário da cidade, além do surgimento de outras organizações para este fim.

Importante também é citar que a atuação dos cicloativistas foi fundamental na redação do anteprojeto da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU), sancionada em 2012 sem necessidade de votação nas casas legislativas. Xavier (2007) evidencia o papel desses grupos na inclusão de pontos favoráveis ao transporte não-motorizado dentro do texto da Lei.

3. Pedalar para avançar; avançar para pedalar: a maturação das políticas públicas de transporte por bicicletas no brasil

A antiga Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT) tinha como uma das suas atribuições coordenar e desenvolver estudos de transportes, incluindo os para o modo cicloviário. E assim o fez, quando em 1976, no esteio do planejamento das redes cicloviárias na Europa, lançou o Manual de Planejamento Cicloviário. O documento, apesar de riquíssimo tecnicamente, carecia de informações fundamentais para o que o mesmo se propunha em seu título: o planejamento cicloviário em si. Anos mais tarde, o próprio GEIPOT compilou dados sobre o estado da arte do uso das bicicletas em território nacional. O título recebeu o nome de Planejamento Cicloviário: Diagnóstico Nacional, publicado em 2001. Ainda em 2001 o Manual de Planejamento Cicloviário foi reeditado como um dos últimos atos do GEIPOT antes de sua extinção no final do mesmo ano. Estes, juntos com a "Coleção Bicicleta Brasil: Caderno de referência para elaboração de planos de mobilidade por bicicleta para as cidades" (2007) e o "Caderno Mobilidade por Bicicletas" (2021), são os documentos de maior pujança técnica sobre o planejamento ciclístico disponíveis a nível federal.

Em termos legais, o Estatuto da Cidade (2001) deu o passo transformador para mudanças estruturais profundas no arcabouço jurídico brasileiro, com leis que promovem e priorizam os transportes não-motorizados. Em 2004, o Brasil começa a

contar com o primeiro conjunto de políticas públicas específicas para a bicicleta, quando a Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana (Semob) publicou em 2004 o "Bicicleta Brasil: Programa Brasileiro de Mobilidade por Bicicleta". Assim como a PNMU, o conjunto de políticas que começara a se consolidar encaminham a adoção de outras políticas que fomentem o transporte ciclístico, como o Programa Bicicleta Brasil (2018), que se destina a "incentivar o uso da bicicleta como meio de transporte, a ser implementado em todas as cidades com mais de vinte mil habitantes, visando a contribuir para a melhoria das condições de mobilidade urbana" (Brasil, 2018).

Como consequência, nota-se uma atuação direta dos grupos de cicloativistas não somente no desejo de incluir as suas reinvindicações nas agendas políticas, mas também na geração de instrumentos legais que fomentem a utilização modal, como visto na participação de grupos favoráveis ao uso da bicicleta na produção do anteprojeto da Política Nacional de Mobilidade Urbana outrora mencionada.

4. O método *process tracing*

O método *process tracing* – ou rastreamento de processos em tradução da língua inglesa –, de acordo com Collier (2011, p. 824) "é uma ferramenta analítica para extrair inferências descritivas e causais a partir de evidências diagnósticas – muitas vezes entendidas como parte de uma sequência temporal de eventos ou fenômenos". Nesse sentido, a técnica metodológica é particularmente interessante para, através de uma análise da sucessão de determinados eventos, estabelecer uma relação de causa *versus* consequência entre os fenômenos.

Estabelecer esse tipo de relação é uma missão com tons mais simplórios quando os eventos e fenômenos a observar possuem um volume numeroso o suficiente para que a análise seja realizada por métodos quantitativos. Entretanto, segundo Anguko (2019, p. 19) "em algumas intervenções, como as que se centram na governança, nas políticas públicas, no apoio orçamental ou na advocacia, talvez não se tenha o tamanho de amostra necessário para utilizar métodos estatísticos". Logo, a técnica em questão se mostra adequada e pertinente para os fins propostos nesse trabalho.

Conforme análise das obras de Collier (2011), Bennett e Checkel (2015) e Beach e Pedersen (2013), embora não haja um fluxograma claramente definido para aplicação do *process tracing*, o sucesso desse método perpassa por cinco pontos fundamentais: identificar a alteração ou alterações a serem explicadas, estabelecer as evidências para a mudança, documentar os processos que levam à mudança, estabelecer explicações causais alternativas e, por fim, avaliar as evidências para cada explicação causal. Em suma, o *process tracing* trata de identificar o fenômeno a ser analisado, evidenciar que

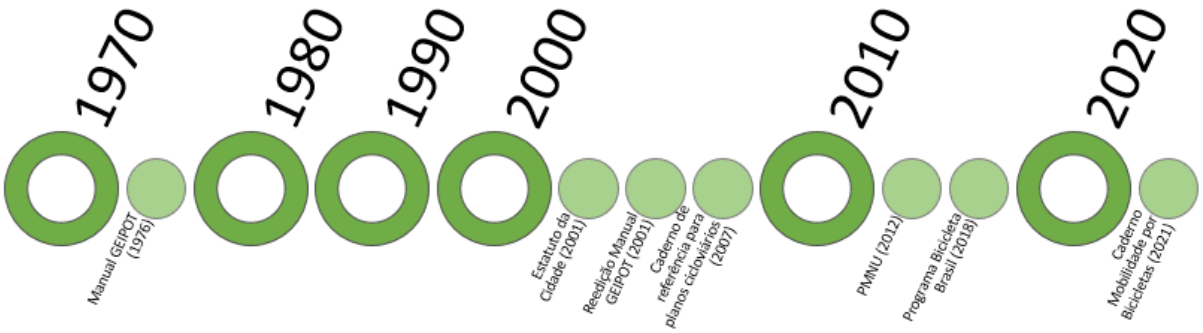
este de fato ocorreu, tanto através de evidências empíricas quanto de ajuntamento documental, estabelecer uma ou mais causas alternativas que potencialmente contribuíram na mudança estudada e avaliar se de fato essas causas alternativas também são contribuidoras para a mudança que é o objeto de estudo.

5. Resultados e discussões

A presente seção irá tratar da aplicação do *process tracing* segundo os pontos de trabalho propostos na seção anterior. Como visto nas linhas anteriores do trabalho, a mudança a se explicar é o aumento do aparato legal e técnico que respalde as bicicletas com um modo de transporte sustentável nas cidades brasileiras, equivalente ao primeiro passo do fluxo. A consolidação de uma política nacional pela mobilidade por bicicleta, alvo da seção 3 desse artigo, serviu ao propósito de evidenciar que de fato houve mudanças nesse sentido no Brasil, em concordância com o segundo dos cinco passos descritos.

Quanto à documentação dos processos que levaram à mudança, percebe-se a maior concentração de marcos regulatórios e instrumentos técnicos ocorridos no Brasil no começo dos anos 2000 e a partir de 2012, quando a PNMU desencadeou uma série de redações de planos de mobilidade e planos diretores cicloviários nas cidades e regiões metropolitanas brasileiras. Também houve uma Lei diretamente destinada para ações que favorecessem o deslocamento por bicicletas nas cidades – o Programa Bicicleta Brasil. Esse agrupamento acontece justamente nos períodos estudados pelos autores trazidos na seção 3 do trabalho, períodos nos quais houve a inclusão definitiva dos cicloativistas nas discussões políticas relacionadas ao tema de interesse. O resumo dessas contribuições é trazido na Figura 1.

Figura 1: resumo dos avanços em favor da ciclomobilidade no Brasil ao longo das décadas



É bem verdade que um evento tão destacado abre margem para causas alternativas que tenham contribuído para o inegável avanço em 45 anos. A própria preocupação global com a sustentabilidade nos diversos setores da economia, bem como a

formulação da Agenda 2030 com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) também trouxeram contribuições favoráveis para o aumento gradual de uma consciência política propícia para que as bicicletas aumentassem a sua fatia na divisão modal. Segundo Magalhães (2022), a evolução que diz respeito à sustentabilidade trouxe impactos para a promoção da mobilidade sustentável, muito por conta de as próprias Nações Unidas evidenciarem a necessidade de se investir em transporte sustentável para a concretização dos ODS preconizados.

Eventos extremos como a pandemia da COVID-19 também tiveram a sua parcela de contribuição direta ou indireta para acelerar esse processo no Brasil à luz do que houve em outras localidades ao redor do mundo – como Grécia, Alemanha e outras. Atitudes políticas emergenciais, como a redução da oferta de transporte público, o aumento do número de ciclovias provisórias e os incentivos à utilização dos sistemas de bicicletas compartilhadas por grupos de indivíduos que possuíam relação mais íntima com a crise sanitária, como profissionais de saúde, entregadores de encomendas e pessoas que tinham como destino os postos de imunização contra a doença (Carvalho e Santos, 2022).

No entanto, para o conjunto de eventos mencionados, apesar de haver um aumento nas intenções ou ações práticas que direcionam para um ambiente mais favorável ao trânsito por bicicletas, não há uma relação causal direta entre esse aumento e o objeto de estudo do artigo. Retomando-se assim a premissa de que a participação social é de fato o fator que mais contribuiu para que os progressos fossem mais responsivos aos pleitos dos cicloativistas.

Vale a ressalva de que a evolução registrada no Século XXI traz duas leis que dialogam com a mobilidade por bicicletas sob uma perspectiva nacional, uma lei que se refere de maneira direta às bicicletas e três manuais técnicos que congregam boas práticas técnicas e executivas para a construção de infraestruturas cicloviárias. Para um país com as dimensões e complexidades do Brasil, os esforços ainda vislumbram muito ao longe uma solidez nas políticas de promoção ao uso das bicicletas.

6. Considerações finais e sugestões para trabalhos futuros

Com base no que ora foi desenvolvido nesse artigo, é possível concluir que de fato a atuação de grupos em defesa do direito ao uso da bicicleta nos centros urbanos é um fator contributivo para que o tema seja inserido nas agendas políticas nas três grandes esferas de poder do Brasil: municipal, estadual e nacional. Tal medida é particularmente benéfica ao se pensar no contexto socioeconômico atrelado ao público que usa esse modo de transporte para os seus deslocamentos.

Os resultados apontam que há uma relação direta entre o aumento da participação dos coletivos cicloativistas na interlocução das agendas políticas e a própria construção das políticas públicas cicloinclusivas no território Brasileiro. As maiores movimentações em termos legais e técnicos ocorridas no país estão concentradas no Século XXI, período coincidente com a dinamização, espraiamento e articulação dos coletivos ciclísticos com outros movimentos sociais. Como também foi possível notar, houve atuação direta dos mesmos na promoção e/ou concretização das políticas públicas de mobilidade através de bicicletas, tanto a nível setorial, como nos casos de São Paulo e Porto Alegre, quanto nacionalmente, como no estabelecimento da PMNU.

Forma-se, então, o entendimento de que os avanços legislativos, técnicos e operacionais tentam acompanhar as demandas da sociedade, sobretudo dos grupos de ativistas em prol das viagens por bicicletas, no que diz respeito à ampliação do direito ao uso do modo cicloviário como uma opção legítima de deslocamento urbano e da demanda por infraestruturas adequadas para tal, atingindo então o objetivo aqui proposto.

Os achados desse artigo são notadamente interessantes quando confrontados com o perfil do ciclista em território nacional. Informações do *Perfil do Ciclista Brasileiro 2021*, pesquisa nacional que entrevistou 10 mil ciclistas em 16 localidades no Brasil, mostram que 72,5% dos indivíduos pedalam 5 ou mais dias por semana. Ademais, 51,2% dos entrevistados pedalam como meio de transporte há menos de cinco anos e 26,7% tem renda entre um e dois salários mínimos. A maior motivação para pedalar é a rapidez e a praticidade, seguida dos benefícios à saúde e do custo associado. Assim, é possível perceber não só uma aceitação de parte da população brasileira da bicicleta como modo de transporte, mas também um potencial de crescimento desse público caso o provimento de infraestruturas adequadas e suficientemente seguras sejam ofertadas por parte do poder público. A mesma pesquisa indica que a infraestrutura – com 55,6% das respostas – e a segurança no trânsito – com 26,8% da preferência amostral – são os fatores que mais estimulariam os ciclistas a ganhar as ruas através das bicicletas.

Assim, o aumento do número de redes cicláveis, um dos requisitos para uma mudança de caráter sustentável do perfil de deslocamento nos centros urbanos brasileiros, passa pela convergência entre o planejamento ativo do poder público e a participação social frequente nas discussões para a implementação desse tipo de estrutura nas cidades brasileiras. Tal reflexão pode ser perfeitamente extrapolada para outras localidades ao redor do mundo. Logo, com vistas a pesquisas futuras, outros trabalhos podem se utilizar da mesma abordagem metodológica para aprofundar o entendimento inicial aqui estabelecido da essencialidade das mobilizações das associações de ciclistas em

defesa da inclusão nas agendas públicas de políticas, programas e ações que favoreçam o uso cada vez maior das bicicletas na mobilidade urbana.

Porém, em pesquisas futuras, é também essencial que essas políticas estejam inseridas em uma luta maior por cidades inclusivas, resilientes, seguras e sustentáveis tal qual preconizado pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Para isso, faz-se necessária a construção de uma abordagem baseada no conceito das cidades e sua mobilidade como comuns urbanos da sociedade, com suas políticas em defesa da prioridade ao transporte público integradas aos modos ativos, fortalecendo interações entre planejamento da mobilidade e uso do solo em torno da geração de empregos nas vizinhanças das habitações. Uma condição indispensável mesmo para o sucesso dessas políticas é que elas sejam elaboradas e acompanhadas desde seus inícios pelos atores sociais, em processos comuns, participativos e democráticos.

7. Referências

Amorim I. C. O. M. (2022). Indicadores de suporte às políticas de transporte orientadas ao alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Resgatado de https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/46297?mode=full em 22/01/2024.

Anguko A. (2019). Process Tracing as a Methodology for Evaluating Small Sample Size Interventions. *eVALUation Matters*. v. 2, p. 18–27 Resgatado de https://idev.afdb.org/sites/default/files/documents/files/Process%20Tracing%20as%20a%20methodology%20for%20evaluating%20small%20sample%20sizes.pdf em 22/01/2024.

Beach D., R. B. Pedersen. (2013). *Process-Tracing Methods: Foundations and Guidelines*. The University of Michigan Press, Michigan.

Bennet A., J. T. Checkel. (2015). *Process Tracing - From Metaphor to Analytic Tool*. Cambridge University Press, Cambridge.

Brasil. (2001). *Lei nº 10257, de 10 de julho de 2001.* Diário Oficial da União, 11 jul. 2001. Resgatado de https://legis.senado.leg.br/norma/552133 em 20/10/2023.

Brasil. (2012). Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Diário Oficial da União, 4 jan. 2012. Resgado de https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm em 22/01/2024.

Brasil. (2018). *Lei nº 13724, de 4 de outubro de 2018.* Diário Oficial da União, 5 out. 2018. Resgatado de https://legis.senado.leg.br/norma/30228651 em 20/10/2023.

Carvalho, A. O., E. M. Santos. (2022). COVID-19 e viagens urbanas: uma nova ordem modal? Anais do Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Resgatado de https://proceedings.science/anpet-2022/trabalhos/covid-19-e-viagens-urbanas-uma-nova-ordem-modal?lang=pt-br em 22/01/2024.

Collier, D. (2011). Understanding Process Tracing. *Political Science and Politics.* v. 44, n. 4, p. 823-830. Resgatado de https://polisci.berkeley.edu/sites/default/files/people/u3827/Understanding%20Process%20Tracing.pdf em 22/01/2024.

Leite C. K. S., M. F. Cruz, L. B. Rosin. (2018) Difusão da política cicloviária no município de São Paulo: resistências, apoios e o papel da mídia. *Revista de Administração Pública*. v. 52, n. 2, p. 244-263, abr. 2018. Recuperado de https://doi.org/10.1590/0034-761220170187 em 20/10/2023.

Loorbach D., Schwanen T., B. J. Doody, P. Amfalk, O. Langeland, E. Farstad. (2021) Transition governance for just, sustainable urban mobility: An experimental approach from Rotterdam, the Netherlands. *Journal of Urban Mobility*. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.urbmob.2021.100009 em 22/01/2024.

Machado, A. S. (2022). *Mobilidade e cotidiano: territórios de luta*. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo. Recuperado de https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16139/tde-31032023-180701/ em 22/01/2024.

Machado L., F. Prolo, C. L. Santos. (2016). *Políticas cicloviárias, ativismo e perfl do ciclista de Porto Alegre. Mobilidade por bicicleta no Brasil*. 1 ed, p. 119-144. Recuperado de http://ta.org.br/educativos/docs/mbb.pdf em 22/01/2024.

Remme D., S. Sareen, H. Haarstad. (2022) Who benefits from sustainable mobility transitions? Social inclusion, populist resistance and elite capture in Bergen, Norway. *Journal of Transport Geography*. v. 105. Recuperado de https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103475 em 22/01/2024.

Xavier, G. N. A. (2007). O cicloativismo no Brasil e a produção da lei de política nacional de mobilidade urbana. *Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC*. v. 3, n. 2(2), p. 122-145. Resgatado de https://periodicos.ufsc.br/index.php/emtese/article/view/13478 em 10/10/2023.

Züge Junior, O. (2015) *Cicloativismo paulistano: uma investigação jurídico-fenomenológica*. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo. Recuperado de http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/2/2139/tde-08122015-103751/ em 20/10/2023.

UMA POSSIBILIDADE METODOLÓGICA DE ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE PARA DIAGNÓSTICO E REVITALIZAÇÃO DE ÁREAS NO ENTORNO DE ESTAÇÕES DE METRÔ

Dimas Alberto Gazolla Palhares
Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte – MG – Brasil
dagap@cce.ufmg.br

Ricardo Semerene Costa Gomes
Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte – MG – Brasil.

Gerfenson Barbosa Ribeiro
Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte – MG – Brasil.

RESUMO

O trabalho apresenta os resultados e considerações do estudo analítico comparativo do potencial de aplicabilidade e abrangência do "Índice de Caminhabilidade de Belo Horizonte", quando submetido a espacialidades urbanas distintas e específicas, trazendo resultados metodológicos com grande potencial de serem adaptados e aplicados no diagnóstico, no planejamento e na elaboração de projeto para revitalização das áreas do entorno de estações de metrôs e terminais de transporte público, visando a melhoria das condições de acessibilidade e segurança dos usuários, ao se deslocarem por meio do modo a pé, pelas rotas de acesso e nas áreas do entorno das estações/terminais, incluindo parâmetros para escolha da melhor localização das estações. Isto possibilita, entre outros benefícios, ganhos significativos de qualidade e de tempos de deslocamento até as estações, com valorização econômica do seu entorno, resultando em maior estímulo e atratividade ao uso destes meios de transportes públicos. O estudo objetiva, identificar, caracterizar e quantificar indicadores e parâmetros que possam mensurar qualitativa e quantitativamente as condições dos deslocamentos pelo modo a pé, nas áreas urbanas, para o aperfeiçoamento das infraestruturas necessárias a este tipo de modo de transporte. Dentro deste aspecto, os chamados "Índices de Caminhabilidade", tem sido objeto de estudos e pesquisas, apresentando um potencial como ferramentas importantes para o aperfeiçoamento dos projetos de dimensionamento e avaliação das calçadas, que certamente contribuirão cada vez mais para o sucesso e a eficácia dos projetos de infraestrutura de transportes nas áreas urbanas, como por exemplo, espaços de rotas de acesso e áreas no entorno de estações e terminais de transportes públicos, praças públicas e vias turísticas.

1. Introdução

No cenário atual de complexidade das áreas urbanas das cidades contemporâneas, com o colapso e as dificuldades dos sistemas de transportes tradicionais, buscar medidas disruptivas e investir em mudança de paradigmas se torna cada vez mais necessário. Com o fracasso de soluções que adotam o tempo de viagem como variável central e o aumento das velocidades médias dos transportes urbanos, o imperativo passa a ser agora, desenvolver soluções que reduzam as distâncias médias entre origem e destino, aumentando a acessibilidade, onde o "Transporte Ativo", por meio do deslocamento à propulsão humana, vem ganhando grande destaque. Particularmente, no caso dos sistemas de transportes sobre trilhos, onde usuários só podem ter acesso ao sistema, por meio de estações e terminais, os deslocamentos até estes pontos, desde a origem das viagens, do desembarque até o destino final, e em trechos intermediários, quando da necessidade de integração entre modos de transportes, têm grande dependência do "Transporte ativo".

Independente de considerações sobre a necessidade de adoção de um cenário de disruptura, para o enfrentamento dos problemas de transportes nas cidades, a magnitude destes dados, evidenciam por si só, ser de fundamental importância que as cidades tenham infraestrutura adequada para que a população possa utilizar o transporte ativo, notadamente as estruturas de calçadas, vias e rotas para deslocamento a pé, de maneira segura, confortável e eficiente.

No caso dos sistemas sobre trilhos (trens e metrôs), as condições dos trechos de caminhada a pé até as estações e terminais, na origem e destino das viagens, denominados hoje como primeira e última milha, passam a ter importância relevante, na atratividade dos usuários na escolha destes modos de transportes.

Neste contexto dos transportes ativos, surge o conceito de caminhabilidade, relacionado às características do ambiente urbano e as condições do espaço urbano, vistas sob a ótica dos pedestres, favorecendo a utilização deste espaço para deslocamentos a pé (BRADSHAW, 1993). Entender a noção de caminhabilidade passa por considerar vários aspectos ou indicações mensuráveis como, condições e dimensionamento das calçadas e cruzamentos, percepções de segurança pública, atratividade, atributos de uso do solo e quaisquer outros aspectos e características do ambiente que influenciem na motivação das pessoas a andarem com mais frequência, naquele determinado espaço urbano. (ITDP, 2018).

Procurando contribuir para o avanço e aperfeiçoamento deste objeto de estudo, os chamados "Índices de Caminhabilidade", tem sido objeto de pesquisas, sendo objetivo deste trabalho, como estudo de caso, testar a metodologia do "Índice de

Caminhabilidade de Belo Horizonte" sobre a espacialidade de uma determinada área urbana no entorno de uma estação de metrô, com especificidades de características, da qual serão analisados elementos constituintes das condições para uso pedonal, dos usuários desta área.

O estudo traz resultados de aperfeiçoamentos metodológicos com grande potencial de serem adaptados e aplicados no diagnóstico, no planejamento e na elaboração de projeto para revitalização das áreas urbanas do entorno de estações de metrôs e terminais de transporte público, visando a melhoria das condições de acessibilidade e segurança dos usuários, ao se deslocarem a pé, na primeira e última milha, pelas rotas de acesso e nas áreas do entorno das estações/terminais, ampliando análise para escolha e conjugação da melhor localização das estações dos sistemas sobre trilhos.

Isto possibilita, entre outros benefícios, ganhos significativos de qualidade e de tempos de deslocamento até as estações, valorização econômica do seu entorno, resultando em maior estímulo e atratividade ao uso destes meios de transportes públicos.

1.1. Índice de caminhabilidade

O Índice de Caminhabilidade propõe ser um instrumento para atuar como um indicador, como sendo uma medida, que pode ser quantitativa ou qualitativa, útil para captar as informações relevantes do objeto que está sendo estudado (FERREIRA et al. 2009).

Reconhecido como o primeiro trabalho na comunidade científica sobre caminhabilidade (walkability em inglês), Bradshaw (1993) utilizou 10 (dez) indicadores na avaliação da caminhabilidade das ruas de determinado bairro em Ottawa, capital canadense: A base de dados se consistia na realização de questionários com a população (BRADSHAW, 1993).

Nesta temática e na sequência, podem ser citados os trabalhos de Khisty (1994), Dixon (1996, apud PIRES, 2018), Gallin (2001), Ferreira e Sanches (2001), Muraleetharan et al. (2004), Nanya e Sanches (2016), ITDP (2016) e Pires (2018), dentre outros.

Carvalho (2018) propos um índice de caminhabilidade, tendo como objeto de estudo uma área urbana de um bairro da cidade de Belo Horizonte. A autora trabalhou com 27 indicadores subdivididos em sete categorias, incluindo análise de travessias. A autora denominou seu índice como "Índice de Caminhabilidade de Belo Horizonte". A metodologia deste índice foi adotada neste trabalho, visando analisar o potencial de

abrangência de sua aplicabilidade, sendo testado em uma área no entorno de estação de metrô, com especificidades de características em relação à área urbana específica, para a qual o índice foi desenvolvido.

2. Metodologia

A metodologia para o teste analítico comparativo, do potencial de aplicabilidade e abrangência do "Índice de Caminhabilidade de Belo Horizonte-ICBH", para a área do estudo de caso de especificidades de características distintas e atípicas, será análoga à metodologia do índice de Belo Horizonte, proposto por (CARVALHO, 2018). Após revisão da literatura, a autora estudou uma espacialidade urbana típica de um bairro, da cidade de Belo Horizonte-MG, tendo referência em 27 indicadores para verificar a caminhabilidade do local. Estes indicadores foram agrupados em oito categorias e obtiveram notas com base na descrição expressa, conforme exemplifica a Tabela 1, para uma das categorias - acessibilidade.

Tabela 1 - Categoria Acessibilidade

Categoria	***Indicador***	***ID***	***Nota***	***Descrição***
ACESSIBILIDADE	**Largura efetiva do passeio**	a1	1	Igual ou maior que 2 m, ou refere-se a uma via exclusiva de pedestres.
			2	Igual ou maior que 1,20 m até 2,00 m.
			3	Menor que 1,20m
	Conservação do pavimento da calçada	a2	1	Piso em boas condições com superfície regular
			2	Calçada com visível falta de manutenção, como vegetação crescendo em meio ao pavimento e desgaste do material.
			3	Calçada com problema de manutenção graves. Há buracos e poças de grandes dimensões e/ou aparecem com grande frequência ao longo do percurso, sendo difíceis de evitar.
	Desníveis na Calçada	a3	1	A calçada é nivelada e há continuidade entre passeios vizinhos
			2	A calçada possui degraus e/ou rampas de acesso a edificações ao longo da faixa livre de circulação de pedestres.
	Sinalização Tátil	a4	1	Sim, ao longo de todo o trajeto
			2	Não existe ou a sinalização existente não tem continuidade e/ou foi instalada em desacordo com as normas vigentes.
	Topografia	a5	1	Sensação de rua plana. Declividade abaixo de 5%
			2	Sensação de existir uma leve inclinação, que não prejudica a caminhada. Declividade entre 5% e 8,33%.
			3	Sensação de forte inclinação, que pode prejudicar a caminhada. Declividade acima de 8,33%.

Fonte: Adaptado de Carvalho (2018)

Após coleta de dados, os resultados foram normalizados, devido às notas serem mensuradas em escala variando de 1 a *n.* Por exemplo, para alguns indicadores, como "Infraestrutura Pluvial" e "Desníveis na Calçada, a escala terá n=2 (variação de 1 a 2). Já

para os indicadores "Acesso ao Transporte Público", "Limpeza" e "Tamanho da Quadra" a escala terá n=3 (variação de 1 a 3). Portanto, é necessário ajustá-los para uma mesma escala comum, o que foi feito pela equação de normalização de valores proposta por Eastman e Jiang (1996) a*pud* CARVALHO (2018). Para determinar o "Índice de Caminhabilidade" para cada segmento da área de estudo, foi utilizada uma Tabela, representada em planta por escala de cores, representando os intervalos de valores de classificação "00 a 20,99=Péssimo", "21 a 40,99=Ruim", "41 a 60,99=Regular", "61 a 80,99=Bom" e "81 a 100=Ótimo".

3. Área de estudo

Para cumprir o objetivo proposto do estudo de caso, foi selecionada uma área urbana com especificidades de características, que fosse representativa de situação de diversidade de padrão de uso e ocupação do solo, não típicos, visando testar a abrangência de aplicabilidade do "ICBH", nos mais variados tipos de espacialidades urbanas, incluído o entorno de estações e terminais de sistemas de transportes urbanos sobre trilhos (Trens e Metrôs). A Figura 1 apresenta a área dos segmentos de vias e travessias da espacialidade selecionada no entorno de uma estação de metrô. Foram analisados neste trabalho 33 segmentos de calçada e 70 travessias para pedestres.

Sobre esta área foi aplicado o teste do "ICBH", para a avalição de todos os seus segmentos, seguindo as mesmas etapas do estudo de Carvalho (2018) e feita a análise qualitativa comparativa de cada indicador, a fim de mensurar a aplicabilidade e a abrangência deste "Índice".

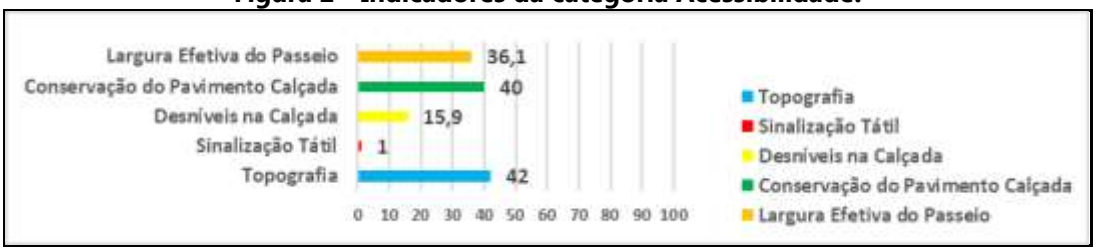
Figura 1 - Identificação dos segmentos da área de estudo.

Fonte: Gazolla; Ribeiro (2023)

4. Análise dos resultados da aplicação metodológica

A seguir são apresentados os comentários da análise dos resultados para cada categoria dos indicadores do "ICBH". A categoria "*Acessibilidade*" avalia as condições morfológicas de circulação, bem como se a calçada é adequada, de acordo com o recomendado na NBR 9050:2015, para a utilização de qualquer usuário (CARVALHO, 2018). A nota desta categoria foi de 28,8 pontos. Os indicadores que mais se destacam aqui são a "Conservação do Pavimento da Calçada" 40,0 pontos e "Topografia" 42,0 pontos, mostrando que a área de estudo tem a maioria de suas calçadas, com largura efetiva entre 1,20 e 2,00 metros, classificação "Regular". Foram elaborados Mapas de Indicadores, para segmentos da área de estudo, com a pontuação do indicador de cada categoria, em escala de cores. A classificação da categoria foi "Ruim". A Figura 2 apresenta estes resultados. Observa-se que a inexistência total de Sinalização Tátil na área de estudo, faz com que este indicador tenha uma influência significativa na nota final da categoria. Como este indicador afeta apenas uma pequena parcela dos usuários, deve-se pensar em considerar uma forma de ponderar este efeito.

Figura 2 - Indicadores da categoria Acessibilidade.



Fonte: Gazolla; Ribeiro (2023)

Devido às limitações de espaço no texto, seguindo estes mesmos procedimentos e processamento dos dados de campo, com representação conforme mostrados acima, pelas Figuras 1 e 2, foram feitas as análises de todas categorias e indicadores. A categoria *"Atratividade"* está relacionada à estética dos ambientes. Está ligada à capacidade de atrair pessoas visualmente ou afastá-las. A categoria obteve a nota 37,7, classificação "Ruim". Foi a única que obteve três indicadores com classificação "Ruim": atratividade visual, permeabilidade visual e arborização.

Na categoria "*Conectividade*", a análise é feita sobre as condições de deslocamento dos ciclistas, proximidade de pontos de ônibus e o comprimento da quadra. A categoria recebeu a nota 46,8. Apesar da boa acessibilidade ao transporte público, a ausência de infraestrutura cicloviária e o tamanho das quadras prejudicaram a conectividade. Foi classificada como "Regular"

A categoria "*Conforto*", avalia a disponibilidade de elementos urbanos capazes de oferecer melhores condições de caminhada. Infraestrutura pluvial, proteção contra

intempéries e bancos para assentar são alguns desses elementos. A categoria obteve 41,4 pontos. Foi no final, também classificada como "Regular".

A categoria "*Segurança Pública"*, avalia se os segmentos possuem elementos que influenciam na sensação de segurança dos pedestres, além de elementos que podem minimizar situações de violência e criminalidade. A categoria só tem dois indicadores, recebendo avaliação distinta. Na média entre Iluminação e Presença de pedestres na calçada, a nota final foi 36,7 pontos. Portanto, esta categoria recebeu classificação "Ruim".

A categoria "*Segurança Viária*" analisa elementos potenciais que podem gerar acidentes envolvendo veículos e pedestres. A categoria obteve nota 49,1 pontos, classificada como "Regular". O indicador "Velocidade dos veículos" recebeu classificação "Bom", e indicador "Barreira de Proteção" classificação "Péssimo"

A categoria "*Uso do solo*" caracteriza a forma como a população usa o espaço geográfico. A categoria avalia a variedade de tipos de usos existentes na área, além de aferir a existência de parques e áreas verdes a uma distância caminhável a menos de cinco minutos. A nota da categoria foi 42,6 pontos - "Regular".

A categoria "*Travessia*", foi feita de forma separada, pois cada segmento possui uma ou mais travessias, sendo que cada travessia está relacionada a dois segmentos. Na espacialidade estudada, há 24 interseções com travessias sem uma ordem ou definição clara de quantidade em cada segmento. Destaque negativo para os indicadores "Acesso à Travessia" e "Sinalização" com notas 10,0 e 28,3 respectivamente, resultando em uma pontuação da categoria de 29,8 e classificação como "Ruim".

Para possibilitar uma visualização conjunta de desempenho, foi criado um gráfico de radares para analisar o desempenho das categorias. A partir da análise por categorias foi possível identificar os segmentos de maiores deficiências e potencialidades da região. Pelo gráfico observou-se que nenhuma categoria apresentou nota acima dos 50 pontos. De acordo com a escala de notas proposta, quando a nota final é maior que 61 pontos, a classificação está entre "Bom" ou "Ótimo". No estudo, das oito categorias, quatro obtiveram nota com classificação "Regular" e quatro com classificação "Ruim".

5. Análise comparativa – resultados x percepção de campo

Concluída a etapa anterior, procedeu-se à análise comparativa dos resultados encontrados, com as percepções do pesquisador, pela inspeção de campo, utilizando sua experiência de usuário ao caminhar pela área, por todos os 46 seguimentos, quanto à sua análise da observação das condições das calçadas, na área de estudo. Para

realizar esta análise comparativa, os resultados foram organizados em forma de tabelas. Na Tabela 2 são apresentadas a nota e a correspondente classificação de cada um dos 46 segmentos das ruas da espacialidade da área de estudo, considerando todos os indicadores.

Tabela 2 - Nota e classificação por segmento de rua pelo "ICBH"

Segmentos	*Nota*	*Classificação*	*Segmentos*	*Nota*	*Classificação*
1	20,0	Péssimo	24	18,5	Péssimo
2	20,4	Péssimo	25	20,0	Péssimo
3	18,1	Péssimo	26	21,1	Ruim
4	20,0	Péssimo	27	21,1	Ruim
5	21,1	Ruim	28	21,9	Ruim
6	21,5	Ruim	39	21,9	Ruim
7	21,9	Ruim	30	21,5	Ruim
8	18,9	Ruim	31	21,9	Ruim
9	20,4	Péssimo	32	21,9	Ruim
10	21,1	Ruim	33	21,5	Ruim
11	21,9	Ruim	34	21,5	Ruim
12	21,5	Ruim	35	21,9	Ruim
13	21,5	Ruim	36	21,5	Ruim
14	21,5	Ruim	37	21,9	Ruim
15	21,9	Ruim	38	21,9	Ruim
16	21,9	Ruim	39	20,7	Ruim
17	22,2	Ruim	40	20,7	Ruim
18	22,2	Ruim	41	20,0	Ruim
19	22,2	Ruim	43	19,6	Péssimo
20	22,6	Ruim	43	19,6	Péssimo
21	19,6	Péssimo	44	18,5	Péssimo
22	19,6	Péssimo	45	19,3	Péssimo
23	20,4	Péssimo	46	20,7	Péssimo

Fonte: Gazolla; Ribeiro (2023).

Na Tabela 3, para traduzir a avaliação da percepção em campo do pesquisador, usuário a área, são apresentadas a nota e a correspondente classificação, não por segmento, mas sim para cada rua da espacialidade da área de estudo. Esta organização da avaliação feita por ruas, e não por segmentos, tem o objetivo de facilitar a análise, visto que é característico que os segmentos de uma mesma rua possuam características semelhantes. Ressalta-se que, Carvalho (2018) não realizou esta análise em seu estudo. Neste trabalho considera-se que nas ruas, em que todos os segmentos apresentaram a mesma classificação, foi feita uma média aritmética simples com as notas de cada segmento. Já nos casos em que há segmentos com classificações diferentes para uma mesma rua, foi realizada uma média ponderada entre os comprimentos e notas dos segmentos.

A Tabela 3 mostra a comparação entre as notas obtidas pelos dados compilados para cada rua pelo "ICBH" e a "Nota da observação de campo do Pesquisador", assim como a classificação correspondente para estas notas, de acordo com a escala de notas adotada. Observa-se que, apenas 3 das 9 ruas analisadas mantiveram a mesma classificação para as condições de caminhabilidade, indicando possíveis restrições quanto a abrangência da aplicabilidade do ICBH para áreas de características distintas e em consequência, a necessidade de aprofundamento dos estudos e discussões a esse respeito.

Tabela 3 - Comparação classificação ponderada ICBH e observação de campo

Rua	***Nota do ICBH****	***Classificação ICBH***	***Nota observ. de campo***	***Classificação observ. de campo***
1	19,3	PÉSSIMO	55,00	REGULAR
2	20,8	PÉSSIMO	55,00	REGULAR
3	21,7	RUIM	40,00	RUIM
4	21,5	RUIM	40,00	RUIM
5	22,2	RUIM	65,00	BOM
6	19,5	PÉSSIMO	55,00	REGULAR
7	20,6	PÉSSIMO	55,00	REGULAR
8	21,7	RUIM	40,00	RUIM
9	19,9	PÉSSIMO	65,00	BOM

Fonte: Gazolla; Ribeiro (2023)

6. Conclusões e recomendações

Utilizando os dados organizados nas Tabelas 3 e 4, foi feita uma análise qualitativa entre a nota e a classificação de cada rua, com as impressões de campo, do pesquisador. Ou seja, foi constatado em campo, qual a quantidade de indicadores perfeitamente utilizáveis na área de estudo. Esta análise indicou quais indicadores são

pertinentes (P) para a área de estudo, quais indicadores ainda podem ser considerados pertinentes, mas necessitam de pelo menos alguma adaptação (PA) e aqueles que não são pertinentes (NP), mas podem ser redefinidos e aceitos para avaliação, porém com ajustes. Assim, 16 dos 27 indicadores foram constatados como pertinentes (P) para a área de estudo, o que corresponde a 59.3%. Para aumentar a abrangência e aplicabilidade dos indicadores é necessário fazer algumas adaptações, que visem o seu aperfeiçoamento.

Os resultados e observações obtidos com os trabalhos do teste de campo, considerando a maior ou menor pertinência dos indicadores para a situação da área de estudo no entorno da estação do metrô estudada, indicam que seria mais adequado um índice de caminhabilidade que contemplasse "pesos", capazes de refletir mais fidedignamente as caraterísticas da espacialidade, favoráveis ou não para o deslocamento dos usuários da área, a fim de obter uma classificação mais significativa para as condições de caminhabilidade dos pedestres em diferentes tipos de espacialidade.

Esta condição, além de dar maior assertividade e precisão ao índice, permite sua utilização com confiabilidade, na avaliação das condições de caminhabilidade dos trechos da primeira e última milha e do entorno das estações dos sistemas de transportes sobre trilhos (Trens Urbanos e Metrôs), dada a diversidade encontrada na espacialidade urbana das áreas ao longo destes trechos e entornos de estações. O aperfeiçoamento deve ser feito, procurando dar uma precisão aceitável para a ferramenta, para ser utilizada em escala mais global e para qualquer tipo de espacialidade, com objetivo de avançar no aporte de instrumentos eficazes para o planejamento de transportes. A título de exercício de simulação foi proposta a Tabela 4, com a adoção de critérios de ajustes e de pesos para os indicadores, para demonstrar como estas considerações, interferem no resultado do "Índice de Caminhabilidade", sendo refeito o cálculo das notas dos indicadores para cada segmento das ruas da espacialidade da área de estudo, como exemplificado nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 4 - Indicadores com a aplicação de pesos

N	***INDICADOR***	***Peso***	***N***	***INDICADOR***	***Peso***
1	Largura Efetiva do Passeio	3	15	Proteção contra intempéries	1
2	Conservação Pavimento Calçada	3	16	Infraestrutura Pluvial	1
3	Desníveis na Calçada	3	17	Presença de Pedestres	2
4	Sinalização Tátil	1	18	Iluminação	4
5	Topografia	2	19	Possibilidade de conflito entre pedestres e veículos na calçada	2
6	Atratividade Visual	2	20	Barreira de proteção (Buffers)	1
7	Permeabilidade Visual	1	21	Largura do Leito carroçável	3
8	Arborização	2	22	Velocidade dos Veículos	3
9	Limpeza	2	23	Uso misto do solo	1

10	Poluição	1	24	Parques e áreas verdes a uma distância caminhável	1
11	Tamanho da Quadra	3	25	Acesso à Travessia	3
12	Acesso ao Transporte Público	1	26	Número de ruas na interseção	1
13	Infraestrutura Cicloviária	2	27	Sinalização	3
14	Bancos para assentar	1			

Fonte: Gazolla; Ribeiro (2023)

Como ilustração é apresentado esta simulação para a rua 5, que corresponde aos segmentos 15 a 20. Portanto, nesta simulação estes segmentos são recalculados e em seguida será feita análise comparativa com os resultados obtidos pela metodologia original do "Índice de Caminhabilidade de Belo Horizonte". A Tabela 5 mostra a nota e classificação dos segmentos após aplicação dos pesos, bem como comparação com as notas e classificações anteriores.

Tabela 5 - Análise Comparativa da Rua 1 após aplicação de pesos

Rua 1	***ICBH sem pesos***		***ICBH com pesos***	
Segmentos	**Nota**	**Classificação**	**Nota**	**Classificação**
15	21,9	Ruim	45,2	Regular
16	21,9	Ruim	43,7	Regular
17	22,2	Ruim	44,4	Regular
18	22,2	Ruim	43,3	Regular
19	22,2	Ruim	44,4	Regular
20	22,6	Ruim	44,1	Regular

Fonte: Gazolla; Ribeiro (2023)

Dessa forma, como os segmentos não apresentaram classificações iguais, foi realizada média ponderada com o comprimento dos segmentos, para se obter uma classificação para a rua. Assim, após realização do cálculo do índice de caminhabilidade, adotando o ajuste de pesos para o ICBH, a média final obtida na simulação para a Rua 1 foi de 41,2 (Tabela 6), passando agora a ser classificada como "Regular", mesma classificação dada com a observação de campo pelo pesquisador. Então, após aplicação dos pesos, a nota da rua teve um acréscimo de mais de 21,0 pontos, se aproximando da nota dada pela análise da condição real de campo.

Tabela 6 - Comparação classificação ICBH e observação Pesquisador de campo

Rua	***Nota do ICBH com pesos***	***Classificação ICBH com pesos***	***Nota observador de campo***	***Classificação observador de campo***
5	41,2	REGULAR	55,00	REGULAR

Fonte: Gazolla; Ribeiro (2023)

Os resultados obtidos com o teste deste estudo de caso, considerando a necessidade da adoção de ajustes e pesos para os indicadores de caminhabilidade, mostrou ser um aperfeiçoamento importante, na busca para um resultado mais realístico para a

avaliação das condições de caminhabilidade. Para que a aplicabilidade da proposta metodológica do "Índice de Caminhabilidade de Belo Horizonte", não fique restrita a uma área urbana particular, de características específicas e possa vir a ser mais abrangente, aplicável aos variados tipos de espacialidades que ocorrem nas áreas urbanas das rotas e entornos das estações e terminais dos sistemas de transportes de trens urbanos e metrôs, nos trechos da primeira e última milha das viagens, ajustes e valores dos pesos devem ser necessariamente considerados e determinados.

Dadas as características inerentes aos indicadores de caminhabilidade, sugere-se que a determinação adequada destes ajustes e pesos, deve ser obtida a partir de pesquisas de dados de campo, com metodologia quali-quantitativas, com a participação de grupo focal de especialistas, que inclua entre estes, necessariamente, os usuários pedestres, com tratamento e análises estatísticas para as características de cada espacialidade a ser estudada.

Espera-se que os resultados discutidos neste trabalho possam contribuir para o avanço dos estudos relativos ao tema da caminhabilidade urbana, com destaque para sua aplicação no diagnóstico, análise e elaboração de projetos de revitalização dos trajetos peadonais das áreas urbanas no entorno dos terminais e estações de trens urbanos e metrôs, das nossas cidades, aumentando significativamente a atratividade da população para o uso destes modais e garantindo a melhoria da qualidade de vida de transporte dos usuários destes sistemas sobre trilhos.

Sugere-se a continuação dos estudos nesta temática metodológica, a fim de aperfeiçoar ainda mais as ferramentas que, assim como o "Índice de Caminhabilidade de Belo Horizonte", tragam contribuições para o desenvolvimento do "Transporte Ativo", notadamente o transporte pelo modo a pé realizado nos trechos da primeira e da última milha, na origem e no destino das viagens urbanas dos sistemas de Trens Urbanos e Metrôs.

7. Referências Bibliográficas

Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP (2020). Sistema de Informações da Mobilidade Urbana-SIMOB/ANTP. **Relatório Geral 2018**. Brasília-BR: ANTP, 127 p.

Bradshaw, C.(1993) **Creating – and using** – a rating system for neighborhood walkability: towards an agenda for "local heroes". Ottawa, Canada. October 1, 1993

Carvalho, I.R.V. (2018) Caminhabilidade como instrumento de mobilidade urbana: um estudo de caso em Belo Horizonte. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Transportes e Geotecnia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Faria, H. M, Lima C. A. (2016) Walking Mobility: Urban mobility and sustainable in Brazilian Metropolitan Areas. **Revista Rua**, Campinas-Brasil, Nº 22 - Volume 1, Junho 2016 p. 125-148

Ghidini, R.A. (2011) Caminhabilidade: medida urbana sustentável. Em **Revista dos Transportes Públicos**

– ANTP, 1º quadrimestre, 2011.

ITDP-Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (2018). Índice de Caminhabilidade-2.0: **Ferramenta**. Rio de Janeiro: Itdp Brasil, 2018. 66 p

Malatesta, Maria Ermelinda Brosch (2013). Andar a pé: um transporte desvalorizado nos grandes centros urbanos. In: MIRANDA, Antônio Carlos. Brasil não motorizado: **coletânea de artigos sobre mobilidade urbana**. Curitiba: LaBmon, 2013.p.127-126

Nanya, L. M.; Sanches, S. da P. Proposta de instrumento para auditoria e avaliação da caminhabilidade. In: Anais... XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, Ouro Preto, p. 1702-1713, 2015.

Pires, I.B. Índice para avaliação da caminhabilidade no entorno de estações de transporte público. 2018. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Bauru.

ÁREAS TEMÁTICAS

MOVILIDAD, EQUIDAD E INCLUSIÓN

GÉNERO Y TRANSPORTE: CASO TAXI, ¿CÓMO MEJORAR LA EXPERIENCIA DE VIAJE DE LAS MUJERES ENTORNO A LA PERCEPCIÓN DE SEGURIDAD DE SU VIAJE EN BOGOTÁ?

Camila Andrea Méndez
Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería Civil, Bogotá D.C, Colombia.
ca.mendezd@uniandes.edu.co

Juan Pablo Bocarejo.
Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería Civil, Bogotá D.C, Colombia. Jpboca29@yahoo.fr

RESUMEN

Bogotá está próxima a cumplir cien años con la llegada de los primeros taxis a la ciudad. Las mujeres son las principales usuarias del modo, sin embargo, existen diversos factores entorno a la infraestructura, condiciones del entorno y elementos de la persona conduciendo que pueden llevarla a tener una percepción insegura del viaje. Es así como el presente estudio evalúa la percepción de seguridad de las mujeres dentro de distintos taxis, determinando las condiciones que están afectando su experiencia de viaje. Una vez evaluadas las características que estaban afectando su experiencia, se analizan intervenciones que podrían implementarse en nuevos taxis, una vez se implementan las soluciones en los vehículos se evalúa la percepción de seguridad de las mujeres en el modo de transporte. Cada intervención se implementa en distintos vehículos y se evalúa cuál de las intervenciones ha resultado más efectiva para las personas que responden la encuesta dentro del vehículo, las intervenciones se agruparon en intervenciones a la infraestructura vehicular, información al usuario y atención ante emergencias. Los resultados demuestran que la intervención del grupo con la intervención del botón de pánico/QR y el muro divisorio resultaron ser las más efectivas, sin embargo, las iniciativas del presente estudio permiten fijar unas iniciativas que pueden se implementadas a gran escala agregando valor y mejorando la seguridad de las usuarias de los taxis en la ciudad.

1. Introducción

El taxi en Bogotá llegó por primera vez en los años 30, como fruto de una crisis que se presentaba en el país. Debido a la posible pérdida de unos vehículos de mercancía que no pudieron salir del país, se decide poner la primera flota de taxis en la ciudad de Bogotá (El Tiempo, 2008). En la actualidad, la flota de taxis es de alrededor de 87.000 vehículos, donde en la ciudad se registran alrededor de 700.000 viajes diarios en taxi (Fundación ciudad y transporte, 2016).

Tradicionalmente, se ha asociado el perfil de la persona que conduce con un hombre de alrededor de 41 años que vive en un hogar de estrato 2, que tiene por lo menos dos personas a su cargo, que culminó la educación media (Fundación ciudad y transporte, 2016). Por otra parte, respecto a los usuarios de taxi, según los resultados de la Encuesta de Movilidad del 2019, el 60,1% de las personas que montan taxi son mujeres (Secretaría de Movilidad, 2019). Es así como se relacionan distintas características sociodemográficas a la movilidad en este modo, involucrando la seguridad del viaje y la percepción de servicio en el transporte.

2. Antecedentes

2.1. Nivel de satisfacción del usuario

Anteriormente, en la literatura se ha analizado el nivel de satisfacción de los usuarios del taxi en la ciudad. Es el caso de la investigación Análisis del nivel de satisfacción de los usuarios del servicio de taxi en la cuidad de Bogotá (García & Ramos, 2022). Mediante encuestas aplicadas a 397 personas, se obtuvo que lo que más valoran las personas durante el servicio del taxi fue que primero, el conductor viaje sin acompañantes. En segundo lugar, se debe garantizar que los datos, fotos e información consignados en la planilla coincidan con la persona que brinda el servicio. En tercer lugar, la ubicación del taxímetro es crucial, ya que proporciona al usuario una visualización clara del monto a cobrar y asegura la legalidad en su funcionamiento. Las características con calificaciones más bajas incluyen la apariencia y limpieza del vehículo, así como la presentación personal del conductor.

Por otra parte, el estudio evalúa la percepción de seguridad en el servicio. La mayoría, que representa el 72.3% (n=295), afirma no haber vivido una situación de inseguridad. Sin embargo, en relación con la experiencia de acoso sexual, 44 individuos informan haberla experimentado. Estos se dividen en 31 mujeres, 10 hombres y 3 personas LGTBIQ+ y las edades de aquellos que mencionan un posible acoso oscilan entre los 22 y 50 años. Finalmente, la accidentalidad demostró ser valiosa para los usuarios.

Adicionalmente, se estudió la satisfacción del servicio. A los usuarios se les pide que evalúen de manera general el servicio recibido, el comportamiento del conductor y, por último, su percepción de la seguridad en el servicio. En esta escala, donde 5 representa una alta satisfacción y 1 indica desacuerdo con el servicio recibido, se obtuvieron los siguientes resultados: Se observa una moda de 3 puntos en las calificaciones, con una inclinación hacia la negatividad. Esto sugiere que, desde la perspectiva de las tres variables analizadas, el servicio se experimenta como poco satisfactorio para el cliente.

Se concluye que la satisfacción del usuario se encuentra significativamente baja debido a diversos factores, entre los cuales se incluyen la negación del servicio, las quejas recurrentes sobre la manipulación de los taxímetros, la limitada disponibilidad de opciones tecnológicas, las formas de pago reducidas, además de aspectos como el trato poco amable y la percepción de baja comodidad y seguridad dentro de los vehículos.

2.2. Experiencia de viaje con perspectiva de género

La perspectiva de género en el transporte individual se ha investigado, donde se ha determinado que la accesibilidad está relacionada con el género y con las experiencias de viaje negativas. Es así como en la investigación ciudad, transporte y género: la movilidad urbana en el desarrollo sostenible de Villavicencio (Parra M. , 2021) se compara la percepción de las mujeres con la evaluación del Nivel de Desarrollo Orientado al Transporte (DOT). Las participantes utilizaron una aplicación móvil para mapear sus trayectos diarios y luego fueron entrevistadas. Este enfoque permitió identificar tres nuevas tipologías de desplazamiento urbano, ya que las mujeres realizan múltiples paradas o viajes encadenados antes de llegar a su destino final debido a responsabilidades familiares y actividades de cuidado. La sensación de inseguridad influye en la elección de modos de transporte sostenibles, y existe una percepción negativa sobre la calidad y condiciones del entorno construido. Además, la percepción personal de seguridad y las experiencias de acoso sexual afectan la forma en que las participantes se desplazan diariamente, reduciendo su accesibilidad.

En primer lugar, se destaca las necesidades con enfoque de género. Las mujeres tienen distintas necesidades de movilidad respecto a los hombres y esto se traduce en distintos patrones de viaje. Por otra parte, la experiencia de las mujeres en el transporte demuestra ser un factor importante debido que gasta mayor parte de su tiempo en sus recorridos en la cotidianidad.

3. Metodología

Bogotá actualmente cuenta con aproximadamente 87.000 taxis, de los cuales aproximadamente 18.000 trabajan con la empresa Taxis Libres, con 34 años de operación en el país (Echeverri & Hernández, 2023). La empresa Taxis libres participa en la investigación, por lo tanto, los taxis participantes del estudio pertenecen a la empresa.

Es así como se establece como objetivo de la investigación determinar las medidas que son más efectivas para la seguridad de las mujeres al momento de tomar un servicio de taxi en Bogotá y comprobar su impacto mediante la intervención de los taxis. De esta manera, Mediante encuestas se busca determinar durante el viaje qué aspectos en cuanto a la persona que conduce, infraestructura, características de viaje y condiciones externas hacen sentir más seguras e inseguras a las mujeres. Además, es necesario realizar un modelo que permita identificar las variables que más influyen en la seguridad del viaje de las mujeres. Con este, calcular cómo mejoró la experiencia de viaje de las mujeres, para así determinar qué intervenciones deben realizarse y cuáles, por el contrario, deben ser descartadas al no ser significativas. Finalmente, se van a determinar los siguientes pasos y mejoras ante las intervenciones.

En primer lugar, para determinar la experiencia de viaje de las mujeres en el modo de transporte y su eficacia, se divide el estudio en dos momentos. El primero corresponde con la investigación y propuesta de las intervenciones que se pueden implementar con las respuestas obtenidas en las encuestas. Mientras que, en el segundo momento se implementan las soluciones y se evalúa la efectividad de cada una.

Figura 22. Metodología de la investigación

El análisis se realiza por medio de un modelo OLS. El modelo OLS o regresión lineal múltiple "trata de ajustar modelos lineales o linealizables entre una variable

dependiente y más de unas variables independientes" (Montero, 2016). La variable dependiente de la investigación es la seguridad durante el viaje percibida por las mujeres, mientras que las variables independientes se evidencian en la Figura 23, evaluadas en cinco bloques de categorías.

4. Resultados

Tras la aplicación de encuestas se obtienen los resultados del modelo. Las encuestas se componen de cinco bloques de análisis; sociodemográfico, características previas al viaje y durante el viaje, características del vehículo, características de seguridad vial y personal y finalmente las características de la persona que conduce. Estos resultados permitieron estimar los insumos que permiten determinar las intervenciones del taxi, puesto que se obtuvo una encuesta con un 90% de nivel de confianza y 7.58% de margen de error. El desarrollo de los resultados se muestra a continuación.

Figura 23. Bloques y variables evaluadas en la encuesta

Los resultados de la primera parte demostraron que el mejor ajuste se realiza con un modelo de una variable dependiente que corresponde a la seguridad durante el viaje (Y) y 17 variables:

1) Aseo
2) Atención al cliente
3) Viaje hecho sola
4) Taxi tamaño grande/ tipo camioneta
10) Accidentes de taxi anteriormente
11) Actor del siniestro como pasajero del taxi

5) Taxi de tamaño mediano con baúl
6) Placas visibles
7) Persona coincida con la información
8) Toma de vehículo por WhatsApp
9) Precio pactado antes del viaje
12) Viaje realizado entre las 12:00m – 3:00pm
13) Velocidad del taxi
14) Conducción del taxi
15) Ir compartiendo ubicación
16) Planilla visible
17) Compartiendo viaje desde la App

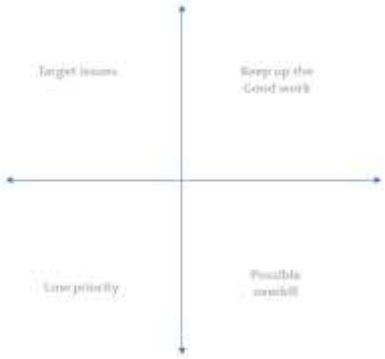
Este modelo OLS arrojó unos indicadores estadísticos con los siguientes resultados:

$R^2 = 0.647$ $R^2 ajustado = 0.554$ $F\ estadístico = 6.913$

Para determinar la influencia en la seguridad del viaje de las mujeres, se emplea la metodología de la matriz IPA. El análisis de importancia y desempeño (IPA), desarrollado inicialmente por Martilla y James (1977), posibilita que una compañía determine qué aspectos de su producto o servicio deben mejorarse para aumentar su competitividad en el mercado (Tontini & Silveira, 2007). En la actualidad se ha utilizado esta metodología para el transporte, en este caso, para identificar los aspectos del viaje de las mujeres dentro de los taxis. Consiste en cuatro cuadrantes, donde el eje Y es definido por el promedio de los coeficientes de las variables y el eje X es definido por el valor absoluto del t-value que se vaya a usar de acuerdo con la confianza. En este caso se tiene un nivel de confianza del 90% con |1.64|.

La matriz IPA ilustrada en la
Figura **24** demuestra que aquellas variables encasilladas en el cuadrante I son las que deben seguir manteniendo un buen trabajo. Mientras que aquellas situadas en el cuadrante II son aquellas en las que se debe prestar atención. Las variables situadas en el cuadrante III y IV son aquellas variables que no tiene prioridad de intervención y tienen sobreesfuerzos en la actualidad, respectivamente.

Figura 24. Matriz IPA



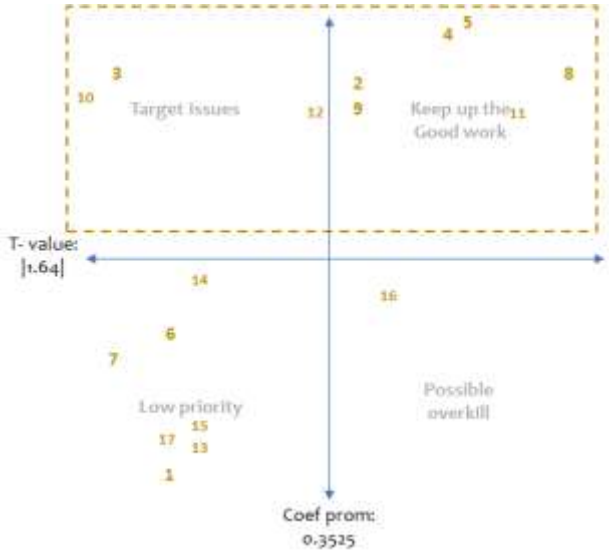
Teniendo en cuenta la numeración de las 17 variables, estas se ubican en la matriz IPA de acuerdo con sus coeficientes y con su T-value.

Tabla 16. Variables de la primera encuesta con sus coeficientes y valores t

Variable	Coeficiente	T-Value
1) Aseo	-0.1303	-0.784
2) Atención al cliente	0.4843	2.721
3) Viaje hecho sola	-0.4165	-2.918
4) Taxi tamaño grande/ tipo camioneta	0.9456	4.153
5) Taxi de tamaño mediano con baúl	0.9576	5.319
6) Placas visibles	-0.0734	-0.251
7) Persona coincida con la información	-0.5410	-0.795
8) Toma de vehículo por WhatsApp	2.5069	2.947
9) Precio pactado antes del viaje	0.4758	2.192
10) Accidentes de taxi anteriormente	-1.6394	-2.684
11) Actor del siniestro como pasajero del taxi	1.3956	2.050
12) Viaje realizado entre las 12:00m – 3:00pm	0.3204	2.098
13) Velocidad del taxi	0.1750	0.442
14) Conducción del taxi	0.2754	1.549
15) Ir compartiendo ubicación	0.1099	0.712
16) Planilla visible	0.6008	1.018
17) Compartiendo viaje desde la App	-0.0516	-0.267

A continuación, se muestra la matriz IPA y el número de variable asignada en la matriz.

Figura 25. Matriz IPA con los valores obtenidos de cada variable del modelo



Los valores representados en los cuadrantes superiores representas las variables que se deben intervenir. Esto debido que están entre los aspectos a mejorar y los aspectos que se debe seguir manteniendo el buen trabajo. Estas variables fueron:

Atención al cliente
Viaje sola/compañía: viaje sola
Tamaño_Grande/ tipo camioneta
Tamaño_Mediano con baúl
Toma de vehículo por WhatsApp
Precio pactado previo al viaje
Accidentes de taxi anteriormente: Si
Franja horaria: 12:01m – 3:00pm

Las variables resaltadas de color verde fueron agrupadas en variables que iban a ser intervenidas con la infraestructura. Aquellas de color naranja corresponden a variables ante situaciones de emergencia y finalmente las de color azul corresponden a variables enfocadas a la información al usuario.

Tabla 17. Intervenciones y sus aplicaciones en los taxis

Intervención a la infraestructura	Intervención a situación de emergencia	Intervención a información al usuario
Intervención a la infraestructura implementando muro divisorio. Garantizando separación entre el pasajero y el conductor.	Implementación de código QR de emergencia ante una situación inesperada. Este código remite a Whatsapp donde se comparte la ubicación en tiempo real eliminando la necesidad de hablar, para permitir el rastreo efectivo.	Implementación de código QR de información del conductor junto con la del vehículo. Ante una irregularidad con los datos se da la posibilidad de reportar. El reporte está relacionado con información que no coincide o problemas del viaje relacionados con atención al cliente o la persona que conduce.

Tras la aplicación de las intervenciones nuevamente se aplica una encuesta al interior de los taxis. Esta encuesta se obtiene con un 90% de nivel de confianza y con 9.54% de margen de error.

Figura 26. Esquema de la segunda encuesta aplicada al interior de los taxis intervenidos

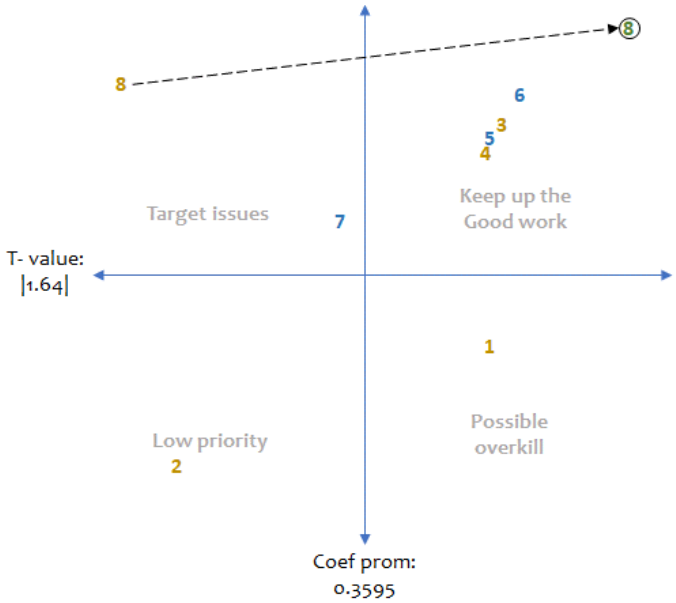
Se obtienen las variables y se evalúa el modelo OLS para los resultados de la encuesta.

Tabla 18. Variables de la segunda encuesta con sus coeficientes y valores t

Variable	Coeficiente	T-Value
1) Calidad de la intervención	0.4417	1.359
2) Experiencia de viaje con la intervención	-0.1980	-0.622
3) Seguridad de la intervención	0.4723	3.002
4) Taxi con certificación en enfoque de género	0.3861	2.669
5) Muro divisorio	0.3945	2.748
6) Taxi con QR de pánico	0.4874	3.080
7) Taxi con QR con la información del conductor	0.2915	1.898
8) Viaje realizado sola	1.3480	5.492

Nuevamente, con los coeficientes y los valores t es posible realizar el análisis mediante la matriz IPA. Se realiza un promedio de los coeficientes y este determina el eje X de la matriz. Mientras que se tiene como referente el valor absoluto de 1.64 para el coeficiente t.

Figura 27. Matriz IPA para el análisis de intervenciones



Se obtiene de la segunda parte del análisis tras la incorporación de las intervenciones que varias variables mejoraron. El viaje realizado solo pasó de representar un problema puntual a seguir manteniendo el buen trabajo tras la aplicación de las intervenciones. De la misma manera, las intervenciones del muro divisorio y el QR del botón de pánico tras el análisis son una intervención con la que se debe mantener el buen trabajo. Mientras que el QR con información resultó ser un problema puntual por mejorar. Finalmente, los taxis con enfoque de género ha sido una alternativa implementada anteriormente. Es una alternativa en la que se debe mantener el buen trabajo.

5. Conclusiones

Con estos resultados, es importante que en el futuro se considere La reincorporación del muro divisorio resulta ser una medida valorada positivamente por las mujeres. Esta intervención permite distanciar el espacio del conductor y del pasajero de tal manera que se siente más segura. Estos muros implementados eran completamente transparentes con acetato para permitirle al conductor ver por el retrovisor y mantener su seguridad de la misma forma. Por otro lado, se recomienda implementar botones de pánico/QR a todos los vehículos y no exclusivamente a aquellos usados por aplicación. Cuando se usa un QR y se manejan por WhatsApp o vías no telefónicas, se permite compartir la ubicación de manera más efectiva en una situación de peligro o emergencia. De la misma manera, Las certificaciones en equidad de género son valoradas por las usuarias de manera positiva. Sin embargo, esta alternativa tiene todavía un alcance pequeño, por lo que resulta importante ampliar el número de personas que asistan a la escuela virtual de taxistas en equidad de género. Por último, Se debe seguir trabajando en la información al usuario, aunque es un insumo importante para el cliente, sigue influyendo negativamente en su seguridad del viaje.

En conclusión, las intervenciones son efectivas y aumentan la calificación de seguridad del viaje. Es por lo que trabajar con enfoque de género es una oportunidad de mejorar el servicio del taxi y de la movilidad en Bogotá.

6. Agradecimientos

El presente estudio fue realizado con la participación de Taxis Libres, facilitando la infraestructura, apoyo y cooperación de su personal para el desarrollo de este análisis en unión con la Universidad de Los Andes. Adicionalmente, se tuvo la participación de Álvaro Rodríguez Valencia y Stefanía Hernández como jurados y a Juan Pablo Bocarejo como asesor. Finalmente, a Héctor Vargas con la participación en el desarrollo y análisis de las encuestas.

7. Referencias Bibliográficas

Echeverri, E., & Hernández, S. (2023). Los servicios de Taxis Libres aumentarán 20% en alianza de tecnología con Google. *La República*, 1.

El Tiempo. (2008). *Los taxis, símbolos de historia, cultura y sociedad, fueron protagonistas en el Salón de París.* Obtenido de https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4713109#:~:text=Por%20ejemplo%2C%20la%20historia%20cita,econ%C3%B3mica%20que%20sobrevino%20en%201930.

Fundación ciudad y transporte. (2016). *Taxis en Bogota: Una aproximación social al transporte público individual de pasajeros.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/316856098_Taxis_en_Bogota_Una_aproximacion_social_al_transporte_publico_individual_de_pasajeros

García, S., & Ramos, J. (2022). *Análisis del nivel de satisfacción de los usuarios del servicio de taxi en la cuidad de Bogotá.*

Montero, R. (2016). *Modelos de regresión lineal múltiple.*

Parra, M. (2021). *Ciudad, transporte y género: la movilidad urbana en el desarrollo sostenible de Villavicencio.*

Secretaría de Movilidad. (2019). *Encuesta de Movilidad.* Obtenido de https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/22-04-2020/20191216_presentacion_encuesta_v2.pdf

Tontini, G., & Silveira, A. (2007). *Identification of satisfaction attributes using competitive analysis of the improvement gap.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/228644228_Identification_of_satisfaction_attributes_using_competitive_analysis_of_the_improvement_gap#pf3

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA MICROACESSIBILIDADE NO ENTORNO DO VLT UTILIZANDO DADOS DO CENSO DEMOGRÁFICO: ESTUDO PARA EQUIDADE E INCLUSÃO NA MOBILIDADE

Patricia Duarte Silva
Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, Bahia, Brasil. patricia.duarte@ufba.br

Juan Pedro Moreno Delgado
Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, Bahia, Brasil. juan.moreno@ufba.br

RESUMO

Este artigo aborda os desafios decorrentes a concentração populacional e as áreas densas e precarizadas em cidades latino-americanas, enfatizando a importância de práticas sustentáveis, incluindo o transporte ativo. O cerne da discussão é a microacessibilidade e seu impacto no planejamento de transportes e no Transit Oriented Development (TOD).

A pesquisa analisa as condições de microacessibilidade na área de influência de um futuro Veículo Leve Sobre Trilhos (VLT) no Subúrbio Ferroviário de Salvador, Bahia, Brasil. Seus objetivos são identificar desafios espaciais e barreiras físicas na microacessibilidade, além de propor recomendações para aprimorar a mobilidade urbana. A metodologia adotada integra a Análise Multicritério por meio do Analytic Hierarchy Process (AHP) e do Sistema de Informação Geográfica (SIG), de modo a avaliar seis fatores de microacessibilidade disponibilizados pelo Censo Demográfico.

Os resultados preliminares evidenciam a deficiência de microacessibilidade nas proximidades de algumas das futuras estações do VLT, sinalizando a necessidade de melhorias na infraestrutura e na promoção de mobilidade ativa. Este artigo desempenha um papel significativo ao contribuir para o fomento da mobilidade sustentável em cidades de países em desenvolvimento.

1. Introdução

A crescente concentração populacional em áreas urbanas e a expansão de áreas densas e precarizadas em cidades latino-americanas trazem desafios significativos no fomento das práticas sustentáveis, como a promoção do transporte ativo e a integração modal. Esses desafios evidenciam a necessidade do aprofundamento de análises relativas às barreiras físicas existentes no meio ambiente urbano, a fim de desenvolver soluções dirigidas à melhoria das condições de microacessibilidade.

A microacessibilidade pode ser entendida como um desdobramento da acessibilidade, quando o acesso a um determinado local se faz na micro escala urbana ou nas proximidades a determinados locais (BAIARDI et al., 2014), portanto, emerge como um tema central no contexto do planejamento dos transportes e nas abordagens de Transit Oriented Development – TOD[19], influenciando diretamente a demanda por transporte, equidade e inclusão social dos cidadãos na mobilidade.

Deste modo, o presente artigo investiga as complexidades decorrentes das características geográficas e das condições de microacessibilidade encontradas na área do entorno de um futuro projeto de Veículo Leve Sobre Trilhos – VLT (Figura 1), o qual será implantado na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. A área em questão é conhecida como Subúrbio Ferroviário, abrangendo uma extensão que vai do bairro de Ilha de São João, ao norte, até a Calçada, ao sul.

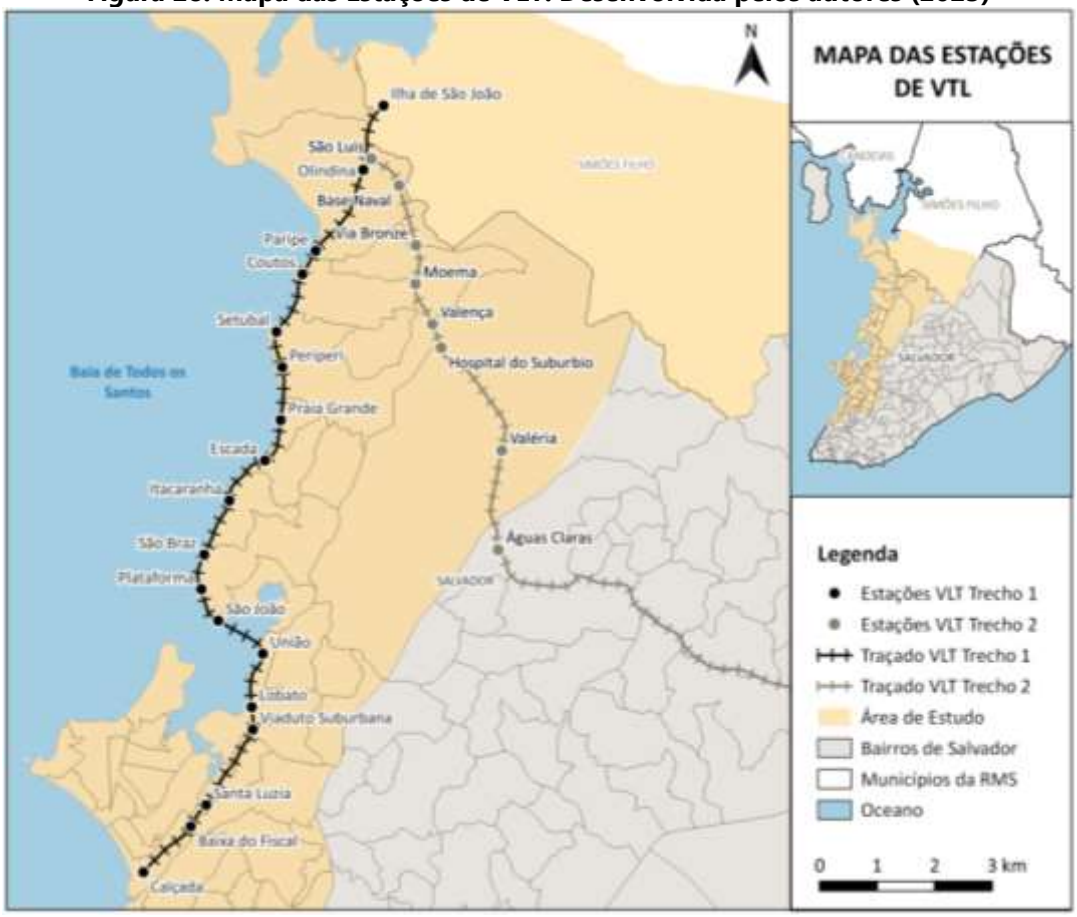
Vale destacar, que o bairro da Calçada abriga uma antiga estação ferroviária, cuja operação foi encerrada em fevereiro de 2021 para dar lugar a um novo sistema de transporte, o VLT. No entanto, devido à intercorrências em relação ao seu contrato de concessão, a implantação desse modal ainda não ocorreu (janeiro de 2024), acarretando consequências em relação ao deslocamento de trabalhadores de baixa renda, estudantes, feirantes e pescadores que dependem desse meio de transporte em suas atividades diárias.

Nesse contexto, é de suma importância que as cidades façam investimentos significativos em infraestrutura que facilitem deslocamentos não motorizados em prol de modos de transporte sustentáveis. Esses investimentos abrangem aprimoramentos nas calçadas, instalação de rampas de acesso, melhoria da pavimentação das vias,

[19] O conceito de Transit Oriented Development (TOD), traduzido para o português como Desenvolvimento Orientado ao Transporte (DOT) traz como abordagem a integração entre o uso do solo e os transportes, de forma a aproximar as pessoas dos seus destinos e potencializar a utilidade das modalidades de transporte público e não motorizado (ASTON et al, 2016).

aumento da arborização e adequação da iluminação. O propósito subjacente a essas melhorias é assegurar que as pessoas se sintam seguras e possam acessar os modos de transportes existentes.

Figura 28: Mapa das Estações de VLT. Desenvolvida pelos autores (2023)



Em cidades de países em desenvolvimento, como Salvador, a falta de planejamento urbano adequado e a deficiência de infraestrutura para pedestres, devido à cultura do automóvel, prejudicam a qualidade de vida da população, influenciam negativamente a procura por transporte público e geram desigualdades no acesso a serviços e oportunidades. Portanto, iniciativas voltadas à microacessibilidade desempenham um papel fundamental para incentivar o uso do transporte público, reduzir a dependência de veículos individuais, mitigar acidentes de trânsito e minimizar a emissão gases poluentes atmosféricos, contribuindo significativamente para a promoção da mobilidade sustentável.

2. Objetivos

O objetivo principal deste estudo é identificar e avaliar preliminarmente as condições de microacessibilidade no entorno de um futuro VLT, a partir de dados oriundos do Censo Demográfico (IBGE, 2010), visando propor recomendações para melhorar a acessibilidade e mobilidade urbanas, promovendo cidades mais equitativas e inclusivas.

Os objetivos específicos do artigo são os seguintes:

- Identificar espacialmente os principais desafios e barreiras físicas colocadas pela microacessibilidade, na área de estudo;
- Propor recomendações e diretrizes nos locais críticos, dirigidos a aprimorar a microacessibilidade e com ela estimular a mobilidade sustentável.

3. Metodologia

A proposta metodológica adotada está estruturada no contexto de um projeto de Análise Multicritério no âmbito de um Sistema de Informação Geográfica - SIG, estruturado a partir de subsídios oriundos do referencial teórico e da opinião de especialistas. Inicialmente, foi mapeada a rota e as estações do futuro VLT a ser implantado em Salvador. A partir da localização desse traçado ocorreu a agregação das subzonas de tráfego disponibilizadas pela pesquisa Origem e Destino da Região Metropolitana de Salvador (BAHIA, 2012) e dos setores censitários (IBGE, 2010) definindo a poligonal da área de estudo e as principais unidades espaciais de análise.

Com base na revisão da literatura e na análise dos dados do Censo Demográfico de 2010, foram identificados seis fatores que podem impactar as condições de microacessibilidade na área de estudo, dependendo de sua presença ou ausência no ambiente urbano. Esses fatores incluem: 1) a existência de *arborização* para proporcionar sombreamento e conforto; 2) a presença de *calçadas* para garantir conforto e segurança ao caminhar; 3) a *declividade* acentuada do terreno que cria barreiras físicas para a locomoção; 4) a importância da *iluminação pública* para evitar riscos à segurança pública (assaltos); 5) a *pavimentação* que influencia a segurança e o conforto dos deslocamentos, e; 6) a necessidade de cruzamentos seguros e adaptados, com *rampas* para pessoas com mobilidade reduzida (PAIXÃO, 2011).

Os fatores foram então submetidos à avaliação de especialistas com faixas etárias variadas, abrangendo idades de 20 a 65 anos. A avaliação foi conduzida utilizando o método de análise multicritério "Analytic Hierarchy Process" – AHP (SAATY, 1980), o qual permite que valores de critérios não comparáveis entre si sejam normalizados

para uma mesma escala, viabilizando a agregação entre eles. Nesse processo, os especialistas foram consultados individualmente e solicitados a determinar, com base em suas opiniões, o grau de importância de cada fator em comparação com os demais, considerando o impacto na microacessibilidade.

Os valores finais atribuídos por cada entrevistado, por meio da Matriz Multicritério, foram compilados, conduzindo à determinação da ordem de relevância de cada fator. Cabe ressaltar que os valores atribuídos foram normalizados dentro de uma escala de 0,00 a 1,00, na qual a unidade mais próxima a 1,00 denota o fator de maior importância em relação ao conjunto, como representado na última coluna (%) da Tabela 1. Essa representação revela que a declividade é o fator de maior importância para os entrevistados, com um peso de 0,43%, enquanto o fator rampa detém menor relevância, com 0,15%.

Tabela 1: Resultado final da aplicação da Matriz Multicritério de todos os entrevistados. Desenvolvida pelos autores (2023)

Ordem Fatores	Entr. 01 (50+)	Entr. 02 (20+)	Entr. 03 (30+)	Entr. 04 (20+)	Entr. 05 (60+)	Entr. 06 (30+)	Soma	Soma/6	(%)
1) Declividade	1,37	0,21	1,34	2,03	2,14	2,19	9,29	1,55	0,43
2) Iluminação	1,23	0,21	0,83	0,87	1,43	0,68	5,25	0,87	0,24
3) Calçada	0,69	0,21	1,06	1,24	0,81	1,19	5,21	0,87	0,24
4) Arborização	1,33	0,07	0,55	0,68	0,73	0,68	4,04	0,67	0,19
5) Pavimentação	0,89	0,21	0,97	0,51	0,43	0,97	3,99	0,66	0,18
6) Rampa	0,48	0,07	1,25	0,67	0,46	0,29	3,22	0,54	0,15

Após a definição dos pesos, foram construídos mapas específicos de cada fator no formato vetorial, sendo utilizados os dados existentes na planilha do Censo Demográfico, denominada "Entorno". É importante observar que essa fonte de dados foi selecionada devido à ausência de informações semelhantes disponíveis no Censo de 2022. Adicionalmente, os autores procederam a uma revisão destas informações, a fim de atualizá-las na medida do possível.

Na aplicação do Censo Demográfico, o pesquisador verificou frente aos domicílios a ocorrência ou não de um determinado fator (presente ou ausente). Tais informações foram disponibilizadas na planilha "Entorno", com valores relativos a cada setor censitário, discriminando o número de domicílios nos quais existe a ocorrência desse fator específico. A obtenção do percentual de ocorrência de cada fator nos setores censitários desejados baseia-se na seguinte equação:

$$\mathrm{OcorF}^{X} = \frac{\mathrm{DomF}^{x}}{\mathrm{DomTot}}$$

Onde:

$OcorF^X$: Percentual de ocorrência de determinado fator em um setor censitário;
$DomF^X$: Número de domicílios que contêm determinado fator em um setor censitário;
DomTot: Número total de domicílios (próprios + alugados + cedidos) em um setor censitário.

Portanto, com base no índice de ocorrência de um determinado fator para cada setor censitário, variando de 0,00 a 1,00, obteve-se uma perspectiva do nível de abrangência, ou seja, da presença desse fator no espaço. Por exemplo, uma calçada com índice 0,75 indica que 75% dos domicílios nesse setor possuem calçamento em sua frente. Por fim, os fatores normalizados representados por mapas vetoriais, foram convertidos para o formato "raster". Essa conversão foi realizada por meio do software Quantum GIS (QGIS). Durante esse processo, foi selecionado o campo de dados do mapa vetorial a ser utilizado, ou seja, as informações do fator de interesse, juntamente com a resolução da unidade de referência, que, neste caso, corresponde ao tamanho do pixel, estabelecido em 20x20.

Para o cálculo do fator de declividade adotou-se uma abordagem distinta, empregando curvas de nível de 5x5 metros para formar um Modelo Digital de Elevação (DEM), a partir do qual um mapa de declividade foi gerado. A representação desse mapa é delineada por meio de variações de cores, sendo que as tonalidades mais avermelhadas indicam declividades mais acentuadas, ultrapassando os 8,33% aceitáveis, ou seja, menos adequadas para a microacessibilidade, conforme estipulado pela norma brasileira (NBR 9050, 2015) intitulada "Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos".

Com o intuito de destacar no mapa as declividades desfavoráveis, que ultrapassavam o limite estabelecido pela norma, realizou-se a classificação "fuzzy" destes resultados. Dessa maneira, a declividade que se encontra entre o intervalo de 0% a 8,33% foi considerada adequada para microacessibilidade e obteve o valor 1,00, por outro lado, valores acima foram linearmente classificados como desfavoráveis.

Na Figura 2, são apresentados por meio de mapas os seis fatores objetos de estudo, os quais possibilitaram a análise espacial em questão. Destaca-se que todos esses mapas compartilham de uma resolução espacial uniforme, para facilitar a integração posterior, por meio da técnica de álgebra de mapas (MOREIRA, 2001). Essa técnica viabilizou a realização da soma ponderada dos seis fatores, combinando seus valores com base nos pesos atribuídos a cada um. Como resultado desse procedimento, foi gerado um mapa preliminar de microacessibilidade, que se configura como uma síntese representativa das condições predominantes na área de estudo.

A operação de álgebra de mapas executada por meio da função do QGIS intitulada de "Calculadora Raster" é expressa na seguinte equação:

$$Micr = (p^1*f^1)+(p^2*f^2)+(p^3*f^3)+(p^4*f^4)+(p^5*f^5)+(p^6*f^6)$$

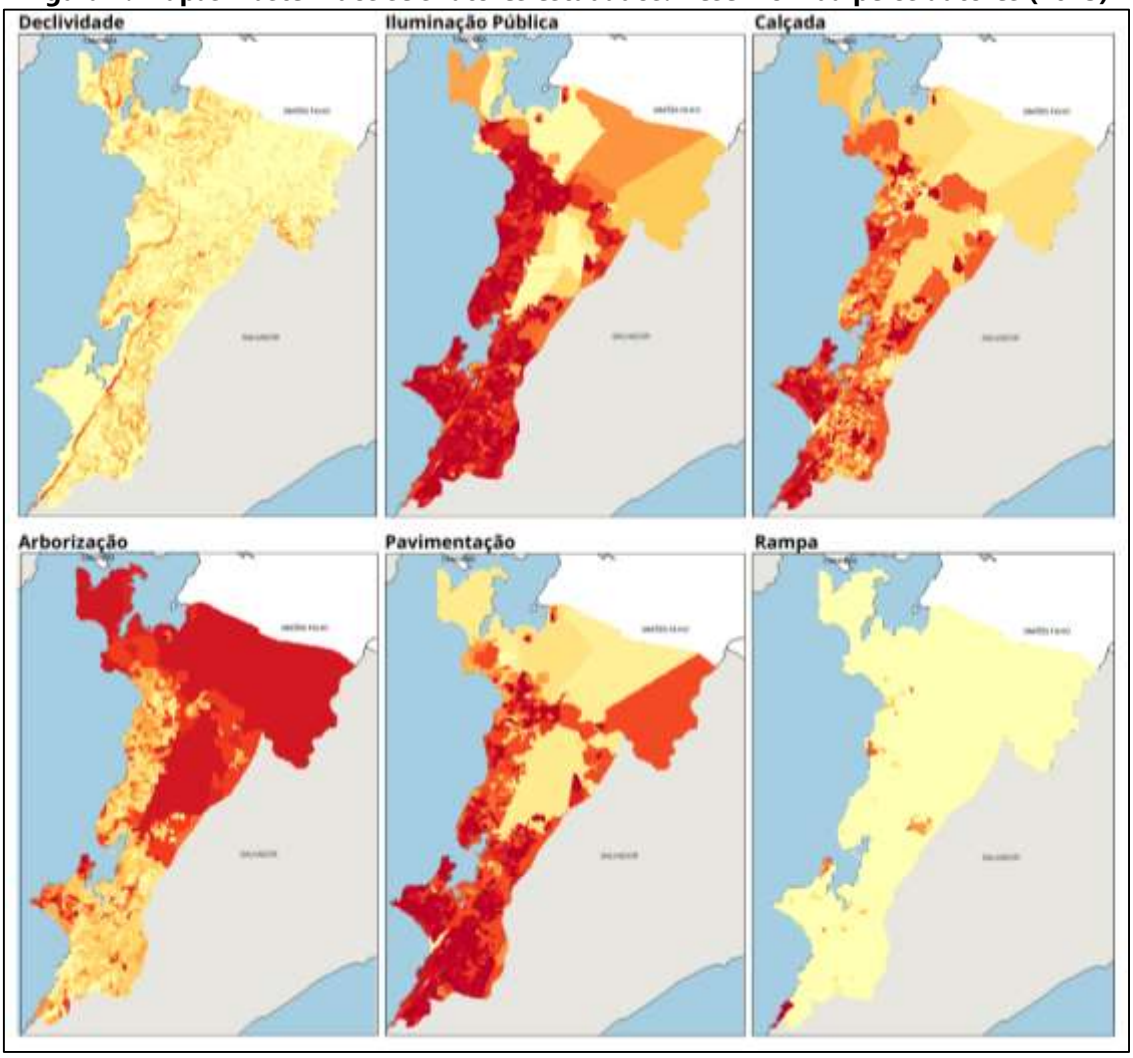
Onde:

Micr: Condições predominantes de microacessibilidade na área de estudo;

p^x: Peso estabelecido pelos especialistas para cada fator, por meio da aplicação da Matriz Multicritério;

f^x: Valor de cada fator normalizado de 0 a 1.

Figura 2: Mapas "raster" dos seis fatores estudados. Desenvolvida pelos autores (2023)

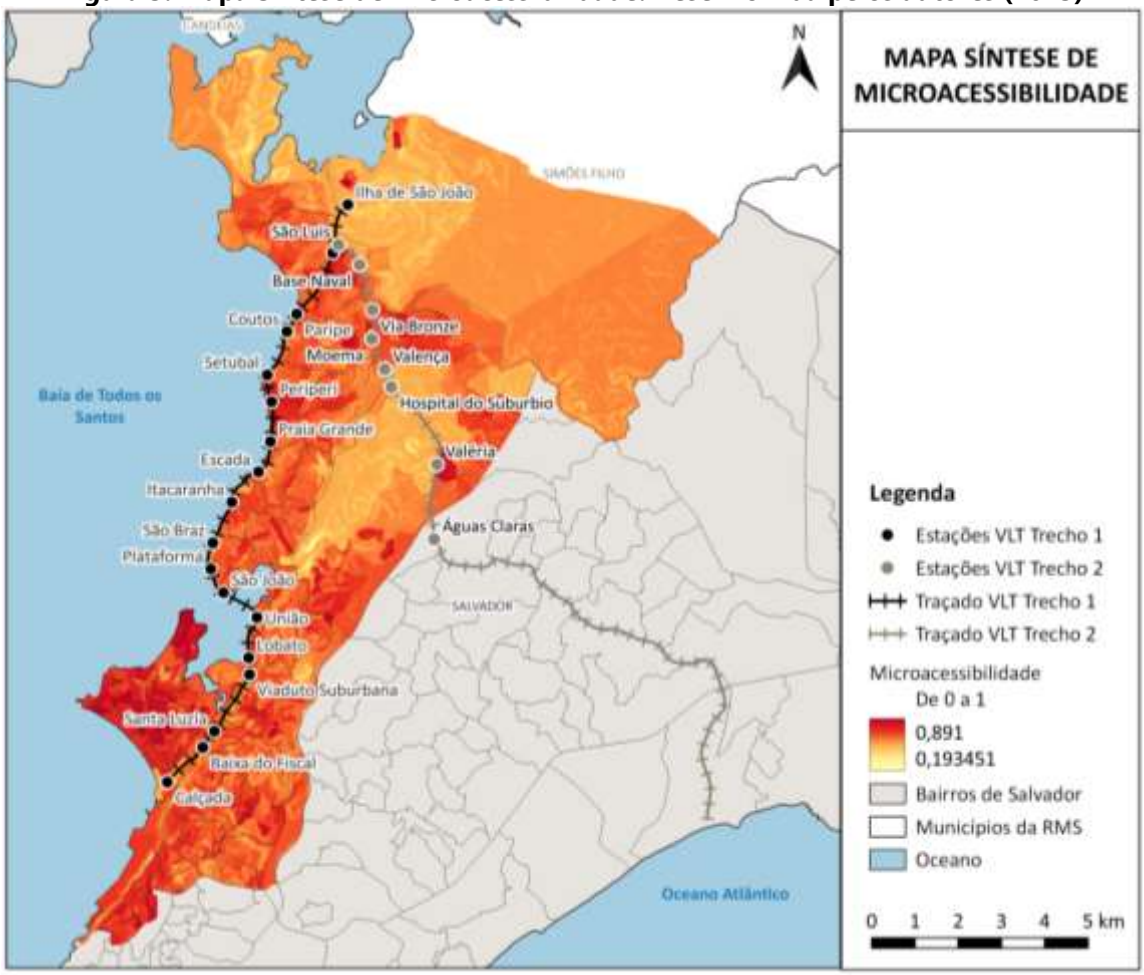


4. Resultados e recomendações

Ao analisar o Mapa Síntese de Microacessibilidade, nota-se que quanto mais elevado o índice de microacessibilidade, mais destacada é a representação em tons mais intensos de vermelho (aproximando-se do valor 1). Por outro lado, áreas com baixa microacessibilidade, indicadas por valores próximos a zero, exibem tons mais amarelados, conforme evidenciado na Figura 3. Portanto, por meio da identificação

dos traçados e da localização das futuras estações de VLT, é possível determinar se elas estão situadas em áreas mais propícias a ter uma efetiva microacessibilidade, o que favoreceria o acesso dos usuários e estimularia a utilização deste modo de transporte, contribuindo para a mobilidade sustentável.

Figura 3: Mapa Síntese de Microacessibilidade. Desenvolvida pelos autores (2023)



Ao utilizar a ferramenta de informação do software QGIS e clicar sobre a área desejada, foi possível acessar os resultados do procedimento. A análise revela uma deficiência de microacessibilidade nas proximidades de algumas das futuras estações de VLT, conforme apresentado nas Figuras 4 e 5. Portanto, para compreender a contribuição de cada fator da microacessibilidade no resultado final, ou seja, no mapa final de microacessibilidade, é necessário identificar como cada fator contribuiu (seja positivamente ou negativamente) no computo final, de modo a recomendar intervenções especificas nesse fator e elevar a qualidade da microacessibilidade atual.

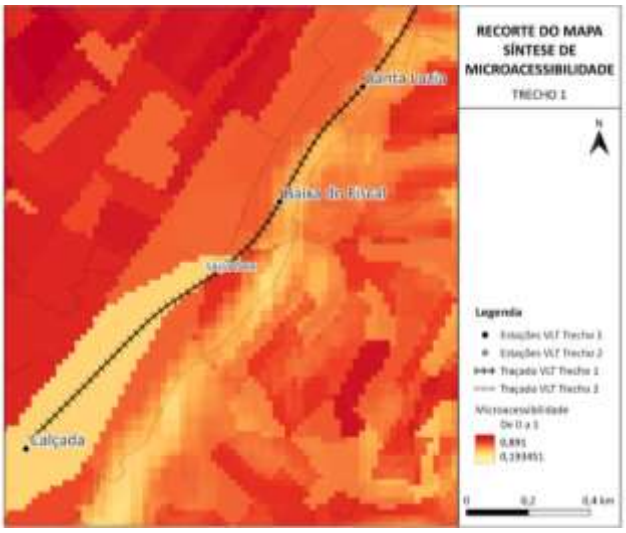
Para este artigo, foram selecionadas duas áreas: uma ao sul, onde foram destacadas três estações do trecho 1 (Calçada, Baixa do Fiscal e Santa Luzia), conforme representada na Figura 4, e outra ao norte, contando com quatro estações, sendo três

pertencentes ao trecho 2 e uma ao trecho 1 (Figura 5). Ao analisar as estações ao sul, observa-se que a estação denominada Calçada apresenta o menor índice de microacessibilidade, com um valor de 0,44 numa escala que varia até 1,00. As estações Baixa do Fiscal e Santa Luzia exibem valores semelhantes entre elas, registrando 0,57 e 0,58, respectivamente.

Os fatores com melhores porcentagens em todas as estações são de iluminação pública e de declividade (áreas com relevo menos acentuado). Entretanto a ausência de rampas foi evidenciada nas três estações e contribuiu significativamente para a redução da microacessibilidade. Ressalta-se também que a porcentagem de cobertura arbórea é baixa nas estações Calçada (0,25) e Santa Luzia (0,15), sendo moderada na estação Baixa do Fiscal (0,40).

O fator calçada também influenciou na diminuição dos valores de microacessibilidade, sendo considerado baixo nas estações Calçada (0,04) e Baixa do Fiscal (0,06), enquanto é moderado na Santa Luzia (0,65). Ao contrário das duas outras estações, que apresentam valores acima de 0,70 para pavimentação, a estação Calçada possui um valor de 0,04, o que contribui para sua última posição em microacessibilidade em comparação com a Baixa do Fiscal e a Santa Luzia.

Figura 4: Recorte da microacessibilidade no trecho 1. Desenvolvida pelos autores (2023)

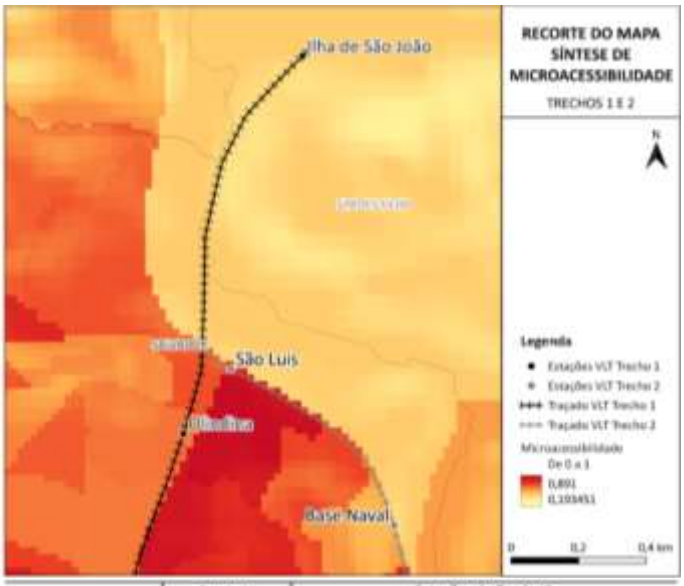


Fatores	Estações do Trecho 1		
	Calçada	Baixa do Fiscal	Santa Luzia
Microacessibilidade	0,44	0,57	0,58
Declividade	1,00	0,72	0,76
Iluminação Pública	0,63	1,00	0,81
Calçada	0,04	0,06	0,65
Arborização	0,25	0,40	0,15
Pavimentação	0,04	0,74	0,71
Rampa	0,00	0,02	0,00

Na análise das estações localizadas ao norte, destaca-se a estação denominada São Luís, que exibe o mais elevado índice de microacessibilidade, registrando 0,84. Esse valor foi potencializado pela uniformidade de porcentagens altas dos diversos fatores. No entanto, é possível observar uma discrepância no fator rampa quando comparado com os demais, apresentando valor 0, uma característica que se repete também nas estações Ilha de São João, Base Naval e Olindina.

Na estação Olindina (0,62), são identificados valores abaixo de 50% nos fatores calçada (0,35), arborização (0,33) e pavimentação (0,49). A estação Ilha de São João (0,44), que possui a menor porcentagem de microacessibilidade em comparação com as demais, exibe valores reduzidos nos fatores iluminação pública (0,10), calçada (0,17) e pavimentação (0,15). Na estação Base Naval, além da inexistência do fator rampa, os outros dois fatores que contribuíram para sua porcentagem de microacessibilidade de 55% foram calçada (0.34) e arborização (0,47).

Figura 5: Recorte da microacessibilidade nos trechos 1 e 2. Desenvolvida pelos autores (2023)



Fatores	Trecho 1	Estações do Trecho 2		
	Olindina	Ilha de São João	São Luís	Base Naval
Microacessibilidade	0,62	0,44	0,84	0,55
Declividade	0,98	0,92	0,93	0,85
Iluminação Pública	0,99	0,10	0,99	0,64
Calçada	0,35	0,17	0,99	0,34
Arborização	0,33	0,90	0,75	0,47
Pavimentação	0,49	0,15	1,00	0,55
Rampa	0,00	0,00	0,00	0,00

Os resultados ressaltam a necessidade de otimizar a microacessibilidade no entorno imediato das estações, incluindo a instalação de rampas para promover acesso inclusivo, especialmente para indivíduos com mobilidade reduzida. A readequação das calçadas e da pavimentação inadequadas é decisiva para assegurar a caminhabilidade, principalmente em estações com índices reduzidos como Calçada, Olindina, Ilha de São

João e Base Naval. A arborização, por sua vez, é um elemento que deve ser potencializado nas estações Calçada, Baixa do Fiscal, Santa Luzia, Olindina e Base Naval, contribuindo para o conforto térmico do espaço.

Destaca-se que, das 5 estações analisadas, apenas São Luís atende aos critérios de microacessibilidade (índice acima de 80%), o que compromete a capacidade de atender demandas futuras na área de influência imediata. Isso evidencia a falta de investimentos em infraestrutura para microacessibilidade em áreas densas e precarizadas. Portanto, conclui-se que a falta de equidade na distribuição de recursos públicos e nos deslocamentos não motorizados compromete os modos de transporte sustentáveis, resultando na diminuição da atratividade do transporte público, baixa mobilidade, exclusão socioespacial e prevalência de veículos motorizados individuais.

5. Referências Bibliográficas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015). NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro.

ASTON, L.; CURRIE, G.; PAVKOVA, K. (2016). Is There a Modal Bias to the Transit-Orientation of Urban Development?.

BAHIA. (2012). Pesquisa de mobilidade na Região Metropolitana de Salvador: Síntese dos resultados da Pesquisa Domiciliar. Salvador (2012). Disponível em: <http://planmob.salvador.ba.gov.br/images/consulte/legislacao/pesquisa-o.d.-da-rm-de-salvador-2012-sintese-dos-resultados.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2023.

BAIARDI, Y, BENATTI, A. A. (2014). Mobilidade urbana e o papel da microacessibilidade às estações de trem. O caso da Estação Santo Amaro. São Paulo.

IBGE – Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. (2012). Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro.

MOREIRA F. R., CÂMARA G., ALMEIDA FILHO R. (2001). Técnicas de Suporte a Decisão para Modelagem Geográfica por Álgebra de Mapas. Instituto nacional de pesquisa espacial, relatório técnico.

PAIXÃO. R. C. Análise Espacial das Condições de Deslocamento do Pedestre na Integração com o Transporte Público. Salvador (2011). Disponível em: <http://www.ppec.ufba.br/site/publicacoes/analise-espacial-das-condicoes-de-deslocamento-do-pedestre-na-integracao-com-o-transport>. Acesso em: 08 nov. 2023.

SAATY, T. L. (1980). The analytic hierarchy process. mcgrawhill international. New York.

CAMBIOS DE PARADIGMAS DE INFRAESTRUCTURA SEGURA EN ENTORNOS URBANOS

Yenny Andrea Montenegro Salazar
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, yamontenegros@unal.edu.co

Lenin Alexander Bulla-Cruz
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia, labullac@unal.edu.co

RESUMEN

Dado el panorama mundial de la seguridad vial, la pirámide invertida de movilidad y las políticas públicas en pro de la infraestructura segura, la evaluación de la siniestralidad debería enfocarse en la prevención. Esta investigación aplica métodos de evaluación de seguridad vial en siniestros e infraestructura, para estimar si las nuevas condiciones del entorno reducen la siniestralidad de los usuarios vulnerables, de cara a estimar el paradigma de la seguridad vial en un estudio de caso. En los puntos críticos, todos los siniestros aumentarán, según el análisis de puntos negros y el método del Manual de Seguridad de Carreteras de Estados Unidos (método *HSM*), con factores de modificación de choques. Por otro lado, según la evaluación cruzada de Auditorías de Seguridad Vial y el Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (método *iRAP*), hay factores que mejoran con la nueva infraestructura, pero no se prevé una mejora integral. Aunque la ASV no evalúa todo el corredor, sí caracteriza lineamientos de la infraestructura y su relación con el entorno, mientras que *iRAP* brinda características específicas de los atributos viales que pueden influir en el riesgo, la interacción entre usuarios y el efecto de la exposición con la velocidad límite y de operación. En consecuencia, al cambiar el paradigma de la seguridad vial, se replantean los criterios al planear cambios en la infraestructura, haciéndola segura para todos.

1. Introducción

"La aplicación de medidas de seguridad en el diseño de los proyectos de infraestructura viaria puede mejorar considerablemente la seguridad vial de todos los usuarios de la vía pública. Ello es especialmente cierto cuando el diseño y el mantenimiento de las carreteras parten de planteamientos que promuevan la seguridad vial y tengan en cuenta la posibilidad de error humano" (Organización Mundial de la Salud, 2015).

Estudiar la seguridad vial, desde la prevención de siniestros de los usuarios vulnerables, debe convertirse en prioridad. La evaluación de la siniestralidad se ha limitado, principalmente, a la solución de problemas y no a su prevención, por lo que se hace necesario considerar y trabajar en la modificación de los aspectos que influyen en la ocurrencia de un siniestro antes de que ocurra, en pro del fin último: salvar vidas.

La investigación se centra en evaluar los efectos en la siniestralidad, en un corredor arterial en Bogotá, como ejemplo de lo que pueden implicar los cambios de paradigmas en la infraestructura. En primera instancia se expone de forma general la revisión de literatura relacionada con los paradigmas y los métodos de evaluación de la seguridad vial, luego se describe la metodología empleada en la investigación, se presentan y discuten las particularidades más destacadas de los hallazgos encontrados con la aplicación de cada método, y finalmente se enlistan las principales conclusiones y aspectos más relevantes a tener en cuenta para futuras investigaciones.

2. Revisión de literatura

En este apartado, se describen de forma general los aspectos más sobresalientes de los paradigmas en seguridad vial, así como los métodos de evaluación de la seguridad vial aplicados en un corredor arterial seleccionado, los cuales se enfocan en la infraestructura y en la siniestralidad.

2.1 Paradigmas en seguridad vial

La relación hombre-máquina ha evolucionado en diferentes facetas, y en seguridad vial los paradigmas se han concentrado en los vehículos, sin darle mayor importancia a los demás actores de la vía ni a su interacción con el entorno. Tabasso (2012) sintetiza los paradigmas considerados en la seguridad vial, donde se aprecian aspectos relevantes en el desarrollo del conocimiento y el avance en la inclusión de otras disciplinas. No obstante, se debe avanzar en el cambio de paradigmas, limitando el uso del automóvil y potenciando de forma efectiva la seguridad de todos los usuarios viales.

Por otro lado, el paradigma evitar – cambiar – mejorar fue concebido, originalmente, para reducir las emisiones de CO_2 en el transporte, pero puede adaptarse a la infraestructura segura (Welle et al., 2015). Este paradigma, junto con las consideraciones de la pirámide invertida de la movilidad (Instituto para la Política de Transporte y Desarrollo, 2013), buscan que se tenga en cuenta la seguridad de todos los usuarios antes de plantear cambios en la infraestructura.

2.2 Métodos de evaluación de la seguridad vial

Una Auditoría de Seguridad Vial - ASV, se define como un examen formal de un futuro proyecto vial, una carretera existente o cualquier proyecto que interactúa con usuarios de la carretera, en el que un examinador calificado e independiente informa sobre el potencial de accidente y el desempeño de seguridad del proyecto (Hasson, 2004). En Colombia se adoptaron los lineamientos para la aplicación de ASV en proyectos de infraestructura en cualquier etapa, considerando la experiencia internacional. Sin embargo, estos procedimientos no se realizan de forma generalizada y se efectúan ocasionalmente en los países de la región, lo que reduce los efectos positivos que pueden traer en la seguridad vial (de la Peña et al., 2016). Para el caso de estudio, se aplicó este método a partir de la guía de Auditorías de Seguridad Vial Urbanas - ASVU para Bogotá (Resolución 122 de 2019. Por medio de la cual se adopta la Guía de Auditorías de Seguridad Vial en vías urbanas para la ciudad de Bogotá, D.C., 2019).

Por su parte, el Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (*iRAP* – *"International Road Assessment Programme*", por sus siglas en inglés) es una organización sin fines de lucro creada en 2006 y dedicada a salvar vidas mediante la eliminación de vías de alto riesgo en todo el mundo (Programa Internacional de Evaluación de Carreteras, 2019). El *iRAP* comprende protocolos para evaluar y mejorar la seguridad de las vías (Programa Internacional de Evaluación de Carreteras, 2014), como la clasificación por estrellas, que mide el nivel de seguridad que genera el diseño de una vía, y aplica en cualquier etapa de un proyecto. Para el proceso de codificación, sobre la cual se produce la clasificación por estrellas, se utilizan imágenes georreferenciadas recogidas durante una inspección o diseños de carreteras para registrar los atributos de la vía para cada segmento de 100 m (Programa Internacional de Evaluación de Carreteras, 2019). Cabe anotar que, para el caso colombiano, únicamente se han hecho evaluaciones de vías existentes, por lo que la presente investigación es la primera en evaluar un corredor vial en etapa de diseño, previo a su entrada en operación.

Así las cosas, tanto las ASV como el método *iRAP*, emplean tácticas propias para la evaluación del riesgo objetivo, a partir del número y la frecuencia de los siniestros y una determinada unidad de exposición.

Por otra parte, el análisis de puntos negros es la herramienta básica para identificar puntos críticos con alta frecuencia de siniestros, y es el primer y más importante paso del proceso de gestión de la seguridad. Este estudio implica la identificación, análisis y tratamiento de zonas negras (Olszewski et al., 2016). Un punto negro podría definirse como cualquier lugar con un número esperado de siniestros más alto que otros sitios similares, dado un factor de riesgo local (Polders y Brijs, 2018). La investigación aborda las tres fases descritas por Vistisen según Ghadi y Török (2017), identificando los puntos negros empleando mapas de calor, priorizando los puntos críticos que presentaron víctimas fatales, que se analizan mediante ASV y *iRAP*, para estimar los efectos en la siniestralidad debido a variaciones geométricas y de espacio público, por medio de factores de modificación de choques.

El Manual de Seguridad de Carreteras de Estados Unidos (Highway Safety Manual - *HSM*, por sus siglas en inglés), desarrollado por la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes - *ASSHTO* (*American Association of State Highway and Transportation Officials*, por sus siglas en inglés), es considerado como el nuevo paradigma en la predicción de siniestros según Tabasso (2012), ya que se evoluciona el modelo de análisis netamente descriptivo basado en los registros históricos de los siniestros viales, hacia un modelo que busca predecir el número esperado de siniestros de acuerdo con las características geométricas y operativas de las vías, las condiciones existentes y proyectadas, así como los diseños planteados hasta 2019.

El *HSM* brinda herramientas objetivas como los factores de modificación de choques - *CMF* (Administración Federal de Carreteras, 2021), los cuales estiman la capacidad de una contramedida de ingeniería para reducir el número de choques y su severidad (Administración Federal de Carreteras, 2021). Esta investigación revisó *The Crash Modification Factors Clearinghouse*, identificando los *CMF* que se ajustan a los cambios en la infraestructura, entre el escenario base y el proyectado del proyecto estudiado, permitiendo estimar el número de siniestros esperados, verificando si dicha infraestructura ampliada y modificada conlleva a la mejora de la seguridad vial.

3. Metodología

La evaluación cruzada de seguridad vial desarrollada, para el corredor de la Av. Tintal entre CL 62A Sur y AC 43 Sur en la ciudad de Bogotá, contempla dos escenarios: [i]

Estudio Retrospectivo (escenario base): Se verifican las condiciones actuales de la infraestructura mediante la aplicación de la ASV e *iRAP*, junto con los registros históricos de siniestralidad mediante puntos negros, en un periodo de estudio de 4 años (2015 a 2018), previo al inicio de la construcción del escenario proyectado, en 2019. [ii] Estudio Prospectivo (escenario proyectado): Se evalúan las condiciones previstas en los estudios y diseños definidos en su momento para el corredor de estudio, mediante la aplicación de la ASV e *iRAP*. Adicionalmente, se aplican factores de modificación de choques para predecir el número de siniestros.

4. Resultados y discusión

A partir de las consideraciones identificadas con base en información secundaria, junto con los aspectos relacionados en la descripción del corredor de estudio, en especial los asociados con el comportamiento del tránsito, los siguientes son los puntos críticos, que incluyen 5 tramos y 2 intersecciones, que cubren el 79% del total de siniestros registrados en el periodo de estudio (incluyendo el 80% de los siniestros con lesionados y el 100% con fallecidos), y que abarcan el 46% en longitud del corredor: P1 - Av. Tintal entre CL 59C Sur y CL 59 Sur; P2 - Av. Tintal entre CL 56F Bis Sur y CL 56 Sur; P3 - Av. Tintal entre CL 54C Sur y CL 54 Sur; P4 - Av. Tintal entre CL 54 Sur y CL 51 Sur; P5 - Av. Tintal x CL 51 Sur; P6 - Av. Tintal x CL 49 Sur; P7 - Av. Tintal entre CL 48 Sur y CL 45A Sur. A continuación, se exponen los resultados y análisis derivados de la aplicación de los métodos de seguridad vial enfocados en la infraestructura y la siniestralidad, así como la evaluación cruzada.

4.1 Método puntos negros *vs*. Método *HSM*

De acuerdo con los registros históricos disponibles, y con base en los resultados obtenidos, producto de la aplicación del método de puntos negros en el escenario base y el método *HSM* para el escenario proyectado, se calculó la variación de siniestros entre los dos escenarios, donde cabe aclarar varios aspectos:

En todos los puntos críticos y con todo tipo de gravedad, los eventos viales tienden al alza. Los siniestros totales estimados tendrán un crecimiento de casi 1000% y cerca del 5000% en siniestros con solo daños. En cuanto a los siniestros con mayor severidad, se estima un aumento en los puntos críticos evaluados de más del 550%, en un periodo de 4 años con los diseños contemplados, en comparación con los registros entre 2015 y 2018. Al igual que en los siniestros, las víctimas también presentarán un valor creciente en el futuro.

Cabe aclarar que, más allá de la magnitud de los incrementos porcentuales en la siniestralidad, la tendencia creciente es lo más relevante. Si bien el aumento está soportado por estudios internacionales, que respaldan la formulación de los *CMF*, cabe la posibilidad de que el incremento no sea tan alto como el estimado, pero de cualquier manera el aumento de la siniestralidad, debido a las modificaciones de la infraestructura, es esperable.

En consecuencia, se observa que la infraestructura como factor determinante y controlable en la disminución de la siniestralidad vial, no genera las suficientes condiciones favorables para la implementación del sistema seguro, lo que a mediano y largo plazo aumentará los efectos desfavorables de la inversión de los recursos, ya que al mejorar las especificaciones técnicas iniciales del corredor, no todos los nuevos elementos aportan a la infraestructura segura y a la seguridad de los actores viales.

4.2 Auditoría de Seguridad Vial *vs.* Método *iRAP*

Por un lado, de acuerdo con los resultados de la ASV, se verificaron los hallazgos comparables en las dos ASV, para estimar los que mejoran, persisten o aparecen, producto de la implementación del diseño. Entre los hallazgos generales identificados que se mantienen, se destaca la nueva velocidad que va en contravía de los estudios internacionales y de la normatividad vigente en el entorno urbano (se partió de una velocidad límite general de 30 km/h con una sola calzada y un carril ancho por sentido, a 60 km/h de velocidad de diseño con dos calzadas y tres carriles de ancho medio por sentido), que a su vez afecta la consistencia del diseño y se potencializa por el aumento de la demanda de nuevos usuarios.

Así mismo, otros hallazgos generales son: la visibilidad lateral afectada por árboles de gran tamaño en el espacio público que afecta también las zonas laterales, los elementos de diseño que no concuerdan con el enfoque del sistema seguro, la presencia de árboles en el separador central, los postes cerca al tráfico que continúan afectando el riesgo de siniestros en zonas laterales, la señalización vertical y horizontal que no señala plenamente aspectos como la velocidad y los sentidos viales en algunas bocacalles, y los problemas relacionados con la no consideración de zonas de cargue y descargue y de estacionamiento de vehículos, para mitigar las condiciones previas identificadas.

Entre escenarios de evaluación, el nivel de riesgo se determinó como alto para todos los puntos críticos, de acuerdo la ASVU de frecuencia y severidad de los siniestros, indicando un "retroceso" en las condiciones de seguridad vial que deberían verse garantizadas por la nueva infraestructura. Asimismo, la variación entre los hallazgos

encontrados por escenario refleja ciertas mejoras generales; sin embargo, el aumento general refleja que las acciones contempladas en el diseño no atienden de forma integral las problemáticas evidenciadas en la condición base de los puntos críticos.

Cabe anotar que la ASV es limitada al no consistir en una verificación de todo el corredor, analizando las condiciones detalladas de la seguridad vial que, en vías de mayor longitud a la evaluada, se convierte en una tarea engorrosa, lo que reduce tanto la eficiencia del método como los tiempos de ejecución de proyectos viales, que por lo general comprometen recursos públicos limitados. Además, con fines comparativos entre los diferentes escenarios, no se ampliaron los puntos críticos objeto de la ASV para no afectar la consistencia de los demás métodos estudiados, lo que impidió considerar en la evaluación el retorno vehicular en sentido S-S, ubicado en la Av. Tintal entre CL 56 Sur y CL 54C Sur.

Por otro lado, luego de la aplicación de *iRAP*, se evidencia el beneficio de la infraestructura segregada para los ciclistas, la mejora relativa en algunos puntos para favorecer la continuidad vehicular y minimizar los conflictos en bocacalles para los conductores, a costa de la afectación para peatones en el 80% del corredor, y del estancamiento en el nivel de riesgo para motociclistas. Igualmente, según la clasificación por estrellas para los usuarios vulnerables, se resalta que la calificación de 5 estrellas para peatones únicamente se da en los pasos semaforizados, que cubren alrededor del 20% de la longitud del corredor, condición que evidentemente no se modificó con el diseño.

La ciclo-infraestructura exclusiva y segregada de los flujos vehiculares y peatonales es una solución que brinda mejores condiciones de seguridad (razón de la clasificación de 5 estrellas en prácticamente todo el trayecto), siempre y cuando dicha infraestructura se use efectivamente y tenga sitios adecuados para el ingreso y salida de usuarios. En el caso de los motociclistas, únicamente se registran variaciones entre escenarios en puntos alrededor de los retornos vehiculares y al norte de la Av. Tintal x CL 49 Sur, pero no son resultados que evidencien una disminución general del nivel de riesgo para estos usuarios.

La intervención de la infraestructura trajo consigo la mejora en aspectos como la condición del pavimento, la resistencia al deslizamiento y la señalización, mientras que la incorporación del separador central y el ancho de los carriles fueron atributos que disminuyeron el riesgo. Por el contrario, el aumento del número de carriles, los efectos asociados con el estacionamiento de vehículos y la ausencia de una vía de servicio contribuyen a mantener el nivel de riesgo para los diferentes actores viales.

En cuanto a las intersecciones, su calidad y la reducción de los accesos a predios favorecieron la reducción del riesgo al identificar los cruces seguros y la señalización que facilita el reconocimiento de los componentes de la infraestructura y al disminuir los conflictos viales. Sin embargo, las intersecciones de prelación no mitigan los efectos de la velocidad y la incorporación de los vehículos al corredor. Respecto a los flujos, se observa que la presencia de los usuarios vulnerables es considerable, por lo que garantizar suficientes y mejores puntos de cruce seguro fue un aspecto que no se reflejó efectivamente en el diseño, y que sumado al efecto de las altas velocidades potencia el nivel de riesgo asociado a mayor exposición.

En efecto, el riesgo identificado en los puntos críticos no refleja los mismos resultados según la clasificación por estrellas para cada usuario, ya que se evalúan los atributos desde lo cualitativo por medio de las listas de chequeo de la ASV, y desde lo cuantitativo, calificando numéricamente los atributos de la infraestructura mediante *iRAP*. Por lo tanto, es necesario abordar los resultados desde la perspectiva de cada método, dado que, desde la evaluación conjunta de la infraestructura cada 100 m y el detalle de los cuestionamientos en los puntos críticos que abarcan aspectos generales, de infraestructura, de tránsito y transporte, componente urbanístico y socioeconómico, así como el factor comportamental, es posible ampliar la perspectiva del análisis de la seguridad vial y obtener una visión íntegra de la infraestructura (Tabla).

Tabla 1. Nivel de riesgo: ASV *vs. iRAP* – base *vs.* proyecto

Punto	Peatones	Ciclistas	Motociclistas	Calzada	Peatones	Ciclistas	Motociclistas
P1	★★★★	★★★	★★	E	★★★	★★★	★★
				W	★★★	★★★★★	★★★★
P2	★★★★★	★★★★	★★★	E	★★★★	★★★★★	★★★
				W	★★★★★	★★★★★	★★★
P3	★★★★	★★★★★	★★★	E	★★★★★	★★★★★	★★★
				W	★★★★★	★★★★★	★★★
P4	★★★★	★★★★★	★★★	E	★★★	★★★★★	★★★★
				W	★★★	★★★★★	★★★★
P5	★★★★★	★★★★★	★★★	E	★★★	★★★★★	★★★
				W	★★★	★★★★★	★★★
P6	★★★★★	★★★★★	★★★	E	★★★★★	★★★★★	★★★
				W	★★★★★	★★★★★	★★★
P7	★★★★	★★★★★	★★★★	E	★★★★★	★★★★★	★★★
				W	★★★★★	★★★★★	★★★★

Base Proyecto Segmento Intersección Riesgo medio ASV Riesgo alto ASV Riesgo *iRAP*

Con la aplicación de la ASV y la evaluación del riesgo mediante los formatos de hallazgos, el resultado obtenido es cualitativo, aunque considera registros de siniestros con víctimas para estimar la frecuencia y la severidad de estos. En el escenario base, la información de referencia resultó del análisis del método de puntos negros, mientras que, en el escenario proyectado, se emplearon los datos estimados de siniestros con víctimas a partir del método *HSM*.

Por su parte, mediante el método *iRAP*, se determina la clasificación por estrellas por usuarios de la vía, que implícitamente representa valores cuantitativos del riesgo, según se aprecia con más detalle en el Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (2015). Este método permite evaluar de forma práctica no solo las condiciones base y proyectadas de la infraestructura, sino variar criterios o condiciones que busquen estimar escenarios de intervención, tanto con valores conocidos y determinados para los flujos y la velocidad, como con datos supuestos o proyectados, de tal forma que se puedan evaluar diferentes alternativas que permitan racionalizar los recursos disponibles.

5. Conclusiones y futura investigación

Según los métodos usados, se estima un aumento en los siniestros con mayor severidad en los puntos críticos evaluados de más del 550%, así como un aumento de 200% en el total de víctimas entre escenarios. Cabe aclarar que, más allá de la magnitud, la tendencia creciente es lo más relevante. Si bien el aumento está soportado por estudios internacionales que respaldan la formulación de los *CMF*, el incremento podría no ser tan alto como el estimado, pero el aumento de la siniestralidad debido a las modificaciones de la infraestructura, es esperable. Por ende, la infraestructura no genera las suficientes condiciones favorables para la implementación del sistema seguro pues, al mejorar las especificaciones técnicas iniciales, no todos los nuevos elementos aportan a una infraestructura segura para los actores viales.

Con base en los métodos que evaluaron la infraestructura, el nivel de riesgo se determinó "alto" en todos los puntos críticos, mostrando un "retroceso" en las condiciones de seguridad vial, que deberían mejorar con el nuevo proyecto. Así mismo, el cambio entre los hallazgos, por escenario, refleja ciertas mejoras, pero, en general, se evidencia que los criterios del diseño no atienden de forma integral las problemáticas constadas en la condición base.

En ese orden de ideas, la evaluación cruzada permite obtener un panorama general de las condiciones de la infraestructura vial urbana que condicionan o restringen

comportamientos según las facilidades de interacción entre actores viales. Si bien es cierto que la ASV no evalúa de forma detallada todo el corredor de estudio, sí permite caracterizar lineamientos generales de la infraestructura, su relación con el entorno y los medios de transporte, mientras que *iRAP* brinda características específicas de los atributos de la vía que pueden influir en el nivel de riesgo de los diferentes usuarios, así como la interacción entre peatones, ciclistas y vehículos y el efecto en el nivel de exposición en cada caso con la velocidad límite y de operación, siendo totalmente aplicables en el contexto urbano y en cualquier etapa de los proyectos de infraestructura. Así las cosas, en la búsqueda de la infraestructura segura para los usuarios vulnerables en el corredor de estudio, se observan algunos avances, pero en comparación con los efectos negativos de la nueva infraestructura, el corredor aún está lejos de considerarse como una vía segura para todos.

Los siguientes planteamientos buscan fundamentar un nuevo paradigma de infraestructura segura en entornos urbanos: [i] Al plantear alternativas de diseño que busquen resolver problemas puntuales y resulten generando riesgos de seguridad vial, es necesario considerar la prelación vial, manifestada en la pirámide invertida de la movilidad. [ii] Los cambios en las vías deben reflejar la corresponsabilidad en la toma de decisiones por parte de diseñadores, constructores y administradores, en la formulación e implementación de la infraestructura segura. [iii] Los estudios de modelación que soportan tomas de decisiones de diseño, deben mostrar de forma confiable la realidad de los comportamientos que se pretenden replicar, y de escenarios que reflejen criterios y atributos realizables en la nueva infraestructura. [iv] Para no afectar la consistencia del diseño, se deben prever los aspectos que, por factores externos, no se resolverán con la construcción, de forma que se busque un diseño integral que brinde soluciones reales y que conlleve a atender las necesidades de todos los usuarios. [v] La planeación del territorio y de la infraestructura vial deben ir siempre de la mano, según los principios, elementos clave y áreas de acción para la implementación de un sistema seguro.

6. Referencias bibliográficas

Administración Federal de Carreteras (2021) *CMF Crash Modification Factors Clearinghouse*. Disponible en: http://www.cmfclearinghouse.org/ (Acceso: Enero 10, 2022).

De la Peña, E. *et al.* (2016) "Experiencias de éxito en Seguridad Vial en América Latina y el Caribe. Factor Infraestructura," *Banco Interamericano de Desarrollo*, p. 90. doi:http://dx.doi.org/10.18235/0000361.

Ghadi, M. y Török, Á. (2017) "Comparison Different Black Spot Identification Methods," *Transportation Research Procedia*, 27, p. 32. doi:10.1016/j.trpro.2017.12.104.

Hasson, P. (2004) "Road Safety Audits," pp. 91–98. doi:10.17226/23343.

Instituto para la Política de Transporte y Desarrollo (2013) *Jerarquía de la movilidad urbana (pirámide)*, *ITDP*. Disponible en: http://mexico.itdp.org/multimedia/infografias/jerarquia-de-la-movilidad-urbana-piramide/ (Acceso: Mayo 4, 2018).

Olszewski, P. *et al.* (2016) "Review of current study methods for VRU safety," (635895). Disponible en: http://www.indev-project.eu/InDeV/EN/Documents/pdf/2-1-1.pdf?__blob=publicationFile&v=1.

Organización Mundial de la Salud (2015) *Informe Sobre La Situación Mundial De La Seguridad Vial 2015*, *Ginebra, Suiza*. Ginebra, Suiza. Disponible en: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/es/.

Polders, E. y Brijs, T. (2018) *How to analyse accident causation? A handbook with focus on vulnerable road users This project*. Editado por E. Polders y T. Brijs. Hasselt, Belgium: Hasselt University.

Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (2014) *Ficha técnica de metodología de iRAP#1. Descripción general*.

Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (2015) *Ficha técnica de metodología del iRAP #7. Bandas de Clasificación por Estrellas*.

Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (2019) "Manual de codificación del iRAP versión 5," p. 99.

Secretaría Distrital de Movilidad (2019c) *Resolución 122 de 2019. Por medio de la cual se adopta la Guía de Auditorías de Seguridad Vial en vías urbanas para la Ciudad de Bogotá, D.C.* Disponible en: https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=83286&dt=S.

Tabasso, C. (2012) "Paradigmas, teorías y modelos de la seguridad y la inseguridad vial," *Instituto Vial Ibero-americano*, p. 74. Disponible en: www.institutoivia.com/doc/tabasso_124.pdf.

Welle, B. *et al.* (2015) "Ciudades más seguras mediante el diseño." Instituto de Recursos Mundiales - WRI, p. 104. Disponible en: http://wrimexico.org/sites/default/files/Cities_Safer_By_Design_Spanish.pdf.

CIUDAD DE 15 MINUTOS Y JUSTICIA ESPACIAL: APROXIMACIÓN METODOLÓGICA MEDIANTE ACCESIBILIDAD GEOGRÁFICA

Santiago Wagenaars Rincón
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Caldas, Colombia. swagenaars@unal.edu.co

Juan Esteban Aristizábal Salazar
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Caldas, Colombia. jaristizabals@unal.edu.co

Diego Alexánder Escobar García
Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Caldas, Colombia. daescobarga@unal.edu.co

RESUMEN

En la actualidad, muchas ciudades en todo el mundo están reconsiderando su planificación urbana para priorizar la proximidad entre el punto de partida y el destino de los servicios esenciales, con el objetivo de minimizar los tiempos de desplazamiento utilizando medios de transporte activos. Esta tendencia, liderada principalmente por países y ciudades europeas, se alinean con el concepto de la "ciudad de 15 minutos". Este cambio implica la redistribución de los servicios urbanos, armonizando el uso del suelo con la mejora de la infraestructura para el transporte activo, todo ello con el fin de acercar los lugares de interés a las zonas residenciales. No obstante, en Latinoamérica crece una dependencia del vehículo privado, que cada día más precariza los sistemas de transporte público y margina los modos de transporte activo. El objetivo de esta investigación es evaluar la accesibilidad peatonal a diferentes servicios en un radio de 15 minutos, para determinar la existencia de desigualdades espaciales en la ciudad de análisis. Los resultados obtenidos dan cuenta de una desigualdad en el acceso a estos servicios y una distribución centralizada de servicios que afectan las periferias urbanas. Para mejorar la calidad de vida urbana y reducir la brecha socioespacial, es importante aumentar las oportunidades accesibles a pie mejorando la distribución de las oportunidades para todos los habitantes.

1. Introducción

La ciudad de 15 minutos es un concepto urbano acuñado por el profesor, urbanista y científico Carlos Moreno, mediante el cual se busca replantear las ciudades desde la descentralización y redistribución de las actividades y servicios básicos urbanos, como: educación, ocio, abastecimiento, bienestar, salud, cultura, trabajo, entre otras amenidades (Moreno et al., 2021). En la teoría, el concepto de la ciudad de 15 minutos busca que todos los habitantes de un territorio puedan acceder en una caminata de máximo 15 minutos, a la mayoría de los servicios urbanos básicos que pueden considerarse necesarios para vivir; en la práctica, este concepto busca descentralizar la actividad urbana típicamente concentrada en polos económicos (Aristizábal et al., 2023), para pasar de barrios que carecen de servicios de proximidad para sus habitantes, conocidos como barrios dormitorio, hacia barrios con mayor diversidad de servicios, por tanto, que se disminuya la necesidad de viajes largos y aumente la probabilidad de usar medios de transporte activo (caminar y pedalear), desde los sitios de residencia hacia las actividades urbanas necesarias para la subsistencia y la dignidad humana.

Actualmente, en Latinoamérica, específicamente en Colombia, las ciudades están planteadas para que el acceso a las necesidades básicas sea más eficiente para los usuarios de vehículo privado, generando una dependencia a este medio de transporte. Se asignan grandes cantidades de recursos públicos en la creación, ampliación de vías públicas para vehículos particulares y subsidios para la obtención de estos, lo cual se conoce como demanda inducida, contribuyendo antagónicamente a la congestión del tráfico (Hsu y Zhang, 2014), centralizando las ciudades, disminuyendo los servicios de proximidad, aumentando las velocidades vehiculares y segregando el acceso a las oportunidades a unos pocos.

Las ciudades para la mayoría de los países desarrollados están en una transición de redistribución urbana, no solo debido a la historia que han tenido, sino también por los errores que se han cometido de planeación frente a la movilidad y distribución de los servicios. Las grandes urbes existen precisamente con el fin de proveer a sus pobladores con el fácil acceso a bienes, servicios y otras personas (Wu et al., 2023). Por esto es que se promueve la redistribución de los polos económicos a cada uno de los espacios urbanos, promoviendo la densificación, ya que una mejora de la accesibilidad se ve relacionada con una mayor densificación urbana y velocidades de viaje más lentas, pero con una mayor proximidad a los servicios (Levine et al., 2012), consolidando ciudades con mejor calidad de vida, disminución de necesidades de viaje, fomento del transporte activo, mayor vida comunitaria, entre otros factores que permitan avanzar hacia el concepto de proximidad de los servicios (Ferrer-Ortiz et al., 2022).

Para determinar la justicia espacial, se parte de la familia de conceptos de injusticia, dividida en 5 categorías: explotación, marginación, carencia de poder, imperialismo cultural y violencia, los cuales determina Young (1990). Se profundiza en la marginación para diagnosticar la existencia de inequidad espacial, porque el acceso a los servicios necesarios para vivir y de transporte, para unas clases sociales y para otras no, dependiendo de su estrato socioeconómico, se puede concebir como marginación, también se puede determinar la existencia de inequidad teniendo en cuenta que a partir de la marginación se pueden derivar algunos de los otros conceptos de injusticia o esta misma puede ser una derivada de alguno de ellos. A su vez, relacionado con la democracia, la diversidad y la equidad como los 3 factores que pueden tener mayor relevancia en la búsqueda de la justicia espacial (Fainstein, 2014).

En esta investigación se desarrollará un análisis cuantitativo para caracterizar la injusticia espacial, que puede definirse considerando patrones socioeconómicos diferenciadores, con las oportunidades que respondan a las diversidades sociales propias del territorio (Fainstein, 2014). En este caso de estudio, se empleará modelación del transporte para establecer la diversidad de los servicios a escala local y, además, evaluar la relación de dicha diversidad con los datos de estratos socioeconómicos, de movilidad u proximidad a los servicios (Calafiore et al., 2022).

Este estudio se aplicará en la ciudad de Manizales, una ciudad andina ubicada sobre la cordillera central a 2150 m.s.n.m. y caracterizada por su quebrada topografía en alta montaña. La ciudad tiene 460.000 habitantes aproximadamente en 2023, caracterizada por una importante población de estudiantes universitarios, debido a la presencia de 8 universidades acreditadas, tanto públicas como privadas y de adultos mayores, por una población estacionaria en envejecimiento. El sistema de movilidad de Manizales cuenta con 80 rutas urbanas de transporte público colectivo, un Sistema de Bicicletas Públicas (SBP) gratuito con 10 estaciones y un Sistema de Cable Aéreo, compuesto por dos líneas en funcionamiento y una actualmente en construcción. Según la Matriz Origen Destino de Manizales (Alcaldía de Manizales, 2017), en la ciudad se realizan aproximadamente 750.000 viajes diarios, donde a pesar de su topografía, la caminata es el modo de transporte más utilizado, con una participación del 29% en el total de los viajes, seguido de un 28% en transporte público (bus, buseta, colectivo, cable aéreo), 20% en carro privado y 12% en motocicleta.

2. Metodología

La metodología de la investigación consistirá en 2 etapas: (1) recolección, análisis y consolidación de datos; y (2) la aplicación de un modelo de accesibilidad de oportunidades acumuladas (POA).

2.1 Etapa 1: recolección y consolidación de datos

Para esta etapa se empleará la información del Plan de Ordenamiento Territorial (POT), la Encuesta Domiciliaria de Viajes (EDV) y los datos abiertos del Laboratorio de Innovación Pública de Manizales, con el fin de extraer las variables para la implementación metodológica. En relación con los datos socioeconómicos y de movilidad, la EDV cuenta con diversas variables como: sexo, edad, nivel educativo, ocupación, condiciones físicas, tenencia de licencia de conducción, origen y destino del viaje, modo de transporte utilizado, propósito de viaje, hora de salida y llegada, costo del viaje, uso de aplicaciones para el viaje, entre otras variables relacionadas. La información para trabajar es de carácter público y oficial, realizada por organismos con una credibilidad institucional, lo cual puede generar problemas en la eficiencia de la realización de los cálculos, porque son documentos que se deben pulir e interpretar a detalle. A diferencia de librerías de shapes de redes peatonales o amenidades que se pueden encontrar en librerías abiertas de R o Python, que pueden ayudar a automatizar el proceso, pero son bases de datos que para el caso en específico de Latinoamérica y Colombia están bastante desactualizadas, siendo problemático para la veracidad de las conclusiones y carácter científico de la investigación el trabajo con estas herramientas.

Los datos se procesarán con ayuda de Excel y QGIS, debido a que varios de estos deben estar georreferenciados con el fin de poder hacer el análisis geográfico y pasar a la siguiente etapa. En este paso se realizó una clasificación de los equipamientos que se establecieron en el POT de Manizales del 2017, clasificándolos en 7 diferentes servicios teniendo en cuenta lo establecido en la teoría de Ciudad de 15 minutos (Moreno et al., 2021), los cuales son 1. Abastecimiento, 2. Culto, 3. Cultura y Entretenimiento, 4. Educación, 5. Recreación y Deporte, 6. Salud y Bienestar y 7. Servicios Públicos.

2.2 Etapa 2: aplicación de modelo de accesibilidad de oportunidades acumuladas

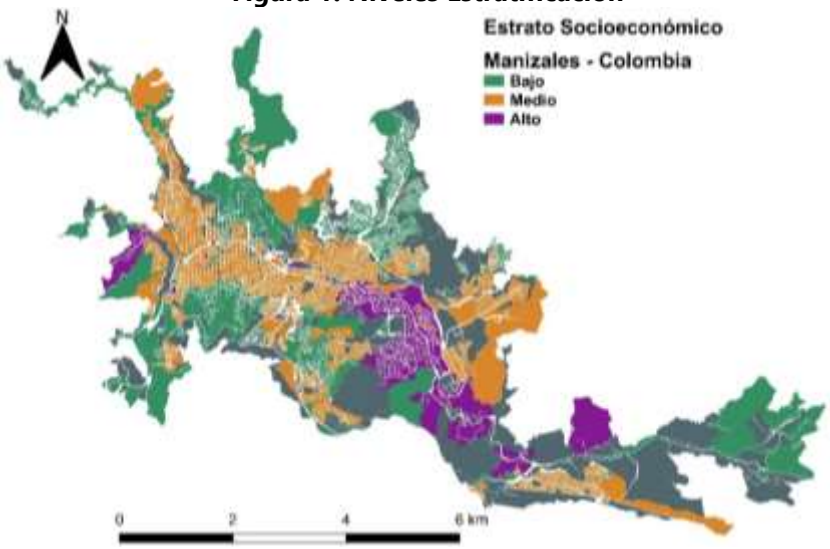
Para la etapa 2 se empleará modelación de oferta del transporte con un modelo peatonal de accesibilidad de oportunidades acumuladas, estableciendo un buffer temporal de 15 minutos para calcular un indicador de acceso a servicios de proximidad en este lapso, todo esto con la aplicación de TransCAD para el modelo POA, luego con el software ArcGIS para la optimización, clasificación del shape, manejo de los resultados con el fin de crear el buffer y por último con QGIS se realizarán los mapas resultantes de este POA. Se ha optado por desarrollar únicamente el modelo para el modo de transporte peatonal, debido a que el foco del concepto de la ciudad de 15 minutos está en la generalización de los viajes a pie como consecuencia de la

proximidad en los servicios. Del análisis final de esta etapa, se obtendrá un indicador para determinar la existencia o no de la injusticia espacial.

3. Resultados y discusión

Para la interpretación de los resultados es necesario aclarar que en Colombia hay una estratificación socio demográfica por zonas, que tiene 6 niveles, desde el estrato 1 hasta el estrato 6. Para el respectivo análisis de los mapas resultantes del modelo de oportunidades acumuladas se ha realizado un mapa (Figura 1) de Manizales, dividido por manzanas, clasificado por estrato socioeconómico, que contempla en 3 niveles, los cuales son Bajo (Estratos 1 y 2), Medio (Estratos 3 y 4) y Alto (Estratos 5 y 6), este criterio de agrupación de categorías para la clasificación se realizó con el fin de mejorar la interpretación de la estratificación en la ciudad de estudio.

Figura 1: Niveles Estratificación



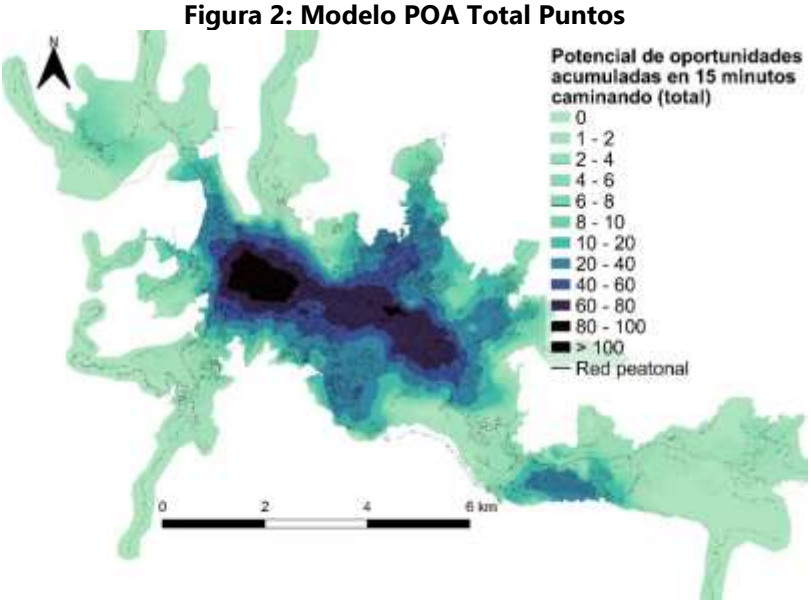
3.1 Modelo de accesibilidad de oportunidades acumuladas:

A continuación, se expondrán los mapas correspondientes al modelo POA (Modelo de Accesibilidad de Oportunidades Acumuladas), categorizados en un mapa para cada servicio culto, cultura y entretenimiento, educación, recreación y deporte, salud y bienestar, servicios públicos, asimismo un mapa que tiene en cuenta todos los tipos de servicios sin tener en cuenta las categorías, como un total de los servicios.

En la Figura 2 se representa el mapa de la accesibilidad media integral desde todos los puntos de la ciudad de Manizales hacia todos los múltiples servicios que se tuvieron en cuenta para el análisis, clasificado por escalas de colores que indican básicamente

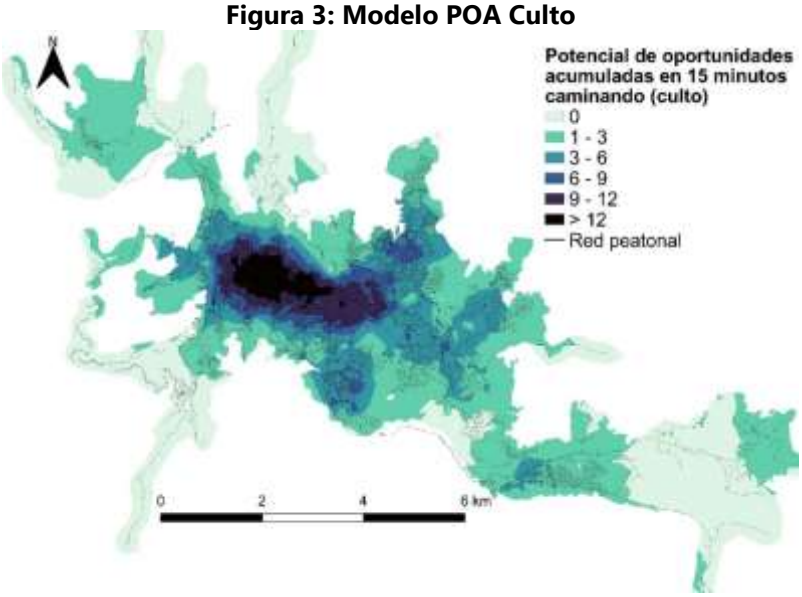
el número de servicios a los que se pueden acceder activamente (caminata) en el área coloreada en un ratio menor o igual a 15 minutos, como se representa en la leyenda lateral del mapa.

Figura 2: Modelo POA Total Puntos



A continuación, se expondrá cada uno de los mapas discriminado por los 6 tipos de servicios que se tuvieron en cuenta para el modelo de accesibilidad de oportunidades acumuladas (POA), teniendo en cuenta que cada mapa fue realizado para las amenidades a las cuales se deberían acceder caminando en una ratio temporal igual o menos a 15 minutos.

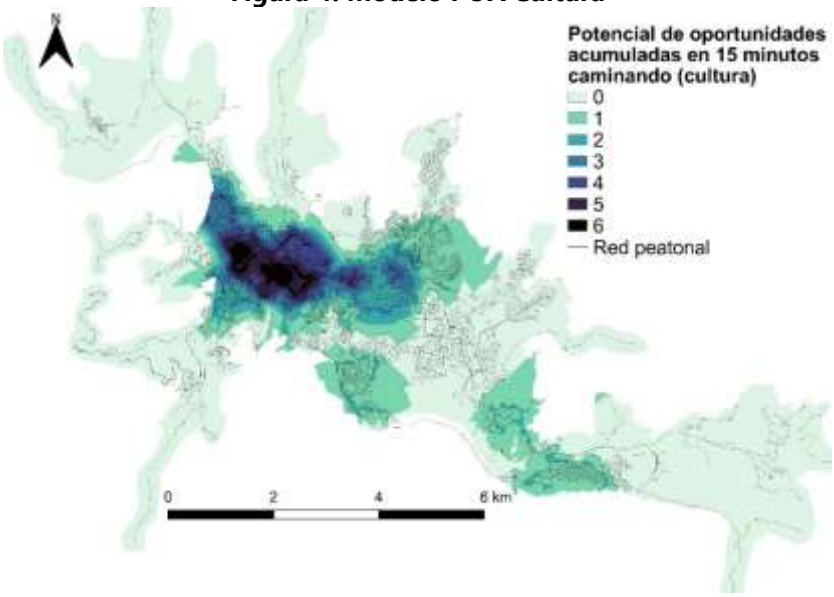
Figura 3: Modelo POA Culto



En la Figura 3, que corresponde al mapa del modelo de accesibilidad de oportunidades para los servicios de culto, se evidencia que la mayoría de los puntos de culto se ubican en los

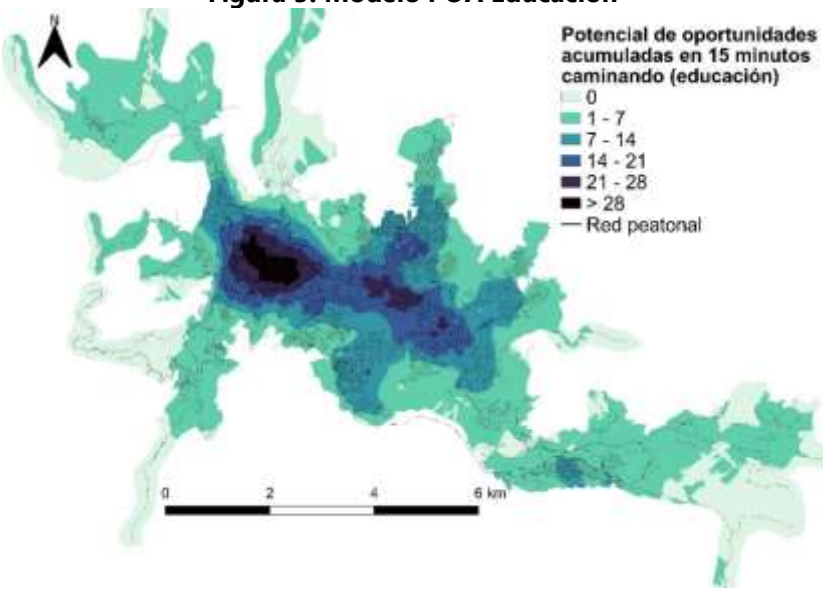
alrededores de la carrera 23, siendo uno de los corredores peatonales más grandes de la ciudad y con mayor atracción de servicios, donde principalmente se influencia a los estratos medio y alto.

Figura 4: Modelo POA Cultura



En la anterior figura, correspondiente a los servicios de cultura y entretenimiento, se evidencia que la mayoría de los servicios de este tipo se encuentran en el centro histórico de la ciudad o sus alrededores. Siendo el lugar con mayor presencia de teatros, auditorios, centros de entretenimiento y aledaño a este el Palacio de Bellas Artes

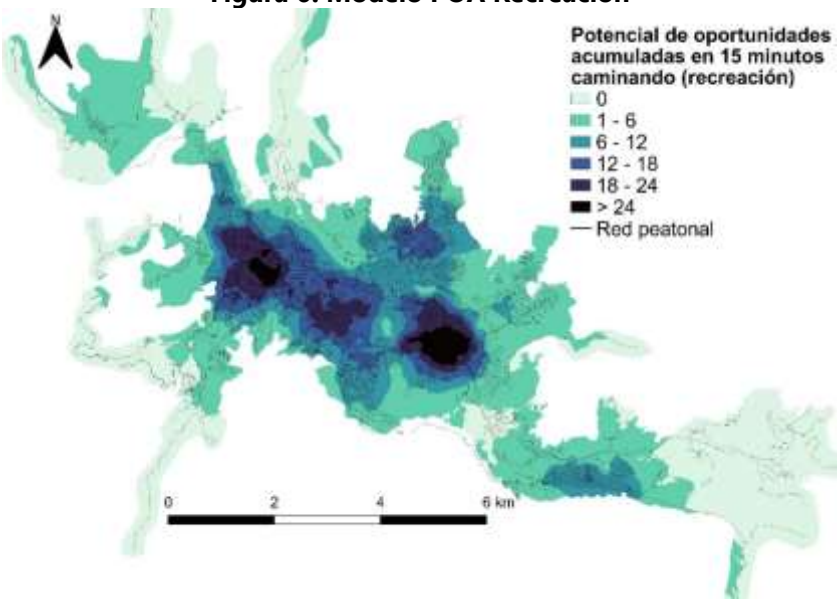
Figura 5: Modelo POA Educación



Las oportunidades educativas representadas en la Figura 5 una mayor distribución en la ciudad de Manizales, pero también representa una densificación de los servicios en

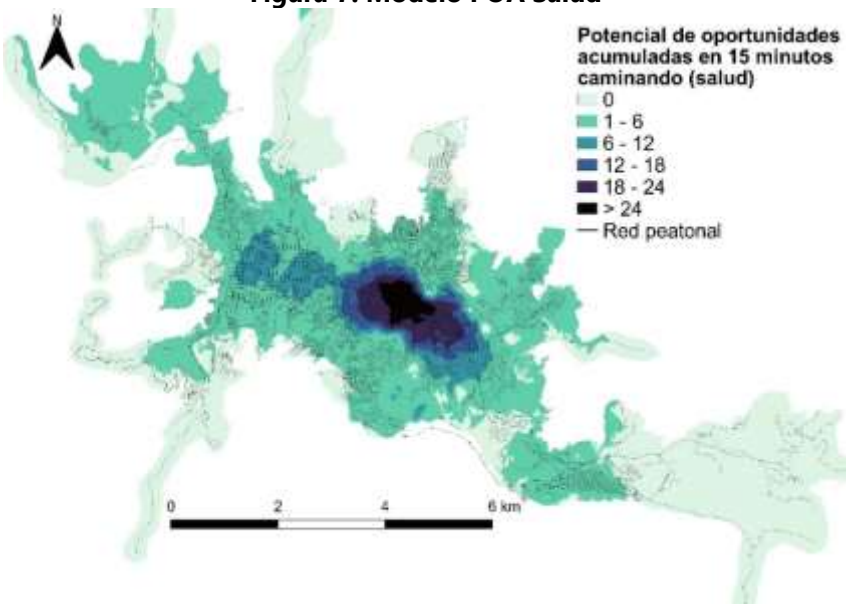
los alrededores de las avenidas principales de la ciudad, que corresponden a la Av. Santander (Cra 23), Av. Paralela y Avenida Kevin Ángel, siendo uno de los servicios con mas cobertura en la ciudad debido a la gran cantidad de instituciones de formación básica, primaria, técnica, tecnológica y universitaria.

Figura 6: Modelo POA Recreación



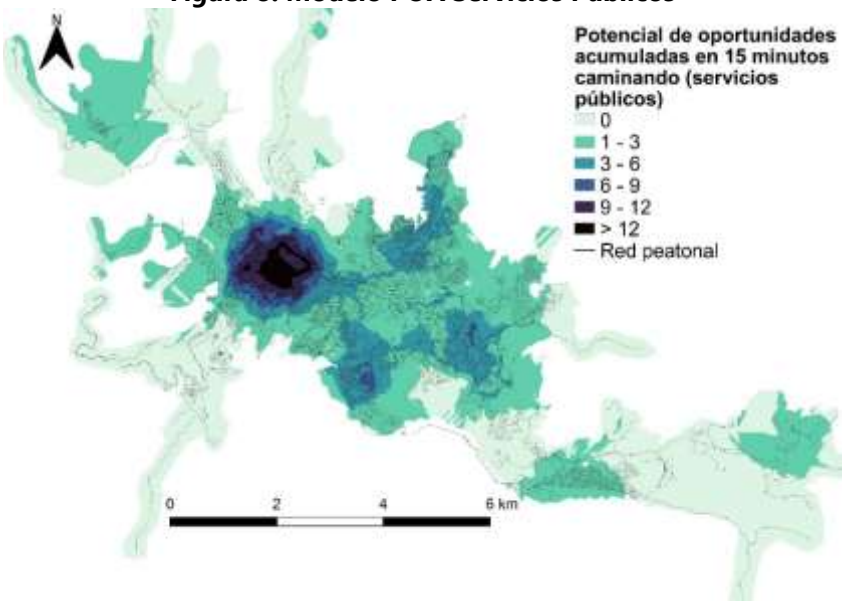
Los servicios de recreación de la Figura 6 tienen en cuenta una distribución similar a lo largo de las avenidas principales de la ciudad de Manizales como en los otros modelos POA, a diferencia de que la comuna palo grande ubicada en el centro este de la ciudad, debido a que en esta zona se encuentra el escenario deportivo más grande y complejo de la ciudad.

Figura 7: Modelo POA Salud



La Figura 7 que corresponde a los servicios del sector de la salud y del bienestar, se encuentran mayoritariamente ubicados en las zonas aledañas al centro histórico de la ciudad, pero principalmente en la zona del barrio Versalles, clasifica recientemente en una investigación como un polo económico (Aristizábal et al., 2023). El cual contiene una gran cantidad de equipamientos médicos en los alrededores de dos de las avenidas principales de la ciudad, como lo serían la Av. Santander y la Av. Paralela.

Figura 8: Modelo POA Servicios Públicos



La Figura 8 contiene el modelo realizado para los equipamientos de carácter público, representa a esos servicios que son de atención a los ciudadanos como los equipamientos de seguridad publica policial o los puntos administrativos de libre consulta ciudadana, los cuales se representan mayoritariamente ubicados en el centro histórico de Manizales o centro administrativo de la ciudad.

A partir de los resultados de modelo de Accesibilidad de Oportunidades Acumuladas (POA) se podrá hacer la debida interpretación de los mapas. Si se analizan los mapas para cada uno de los servicios, se puede distinguir que el centro histórico de la ciudad de Manizales y su cercanía es una zona donde convergen la mayoría de los servicios, a la vez que las 3 principales avenidas de la ciudad, pero no en la misma cantidad que el centro histórico, esto se cumple para todos los resultados de todos los modelos a excepción del mapa de servicio de salud, que no tiene una cobertura tan amplia en el centro, pero sigue siendo aceptable la cobertura que presenta en la zona, y sigue siendo amplia en los alrededores de las 3 avenidas mencionadas.

Como era de esperarse, la menor cobertura para cada uno de los mapas se encuentra en las periferias de la ciudad y las mayores coberturas alrededor de la carrera 23 (Av Santander), Av Paralela y Av Kevin Ángel, las cuales atraviesan la ciudad de manera transversal, desde el centro de la ciudad hasta la zona de Milán, atravesando los 3 de polos económicos más importantes de la ciudad, los mayores atractores de viajes, que están compuestos por el sector Cable, barrio Versalles y el centro histórico (Aristizábal et al., 2023).

4. Conclusiones

Como una típica ciudad latinoamericana del siglo XXI, Manizales se encuentra centralizada en su centro histórico, donde es el polo económico más importante de la ciudad, por la cantidad de servicios que contiene y los viajes diarios que atrae este por múltiples razones. Esto se puede ver reflejado en el mapa de servicios totales, donde el centro de la ciudad presenta la mayor cobertura en cuanto a cualquier tipo servicios ofrecidos que se pueden alcanzar en 15 minutos o menos.

Las periferias de la ciudad son las áreas con menor acceso a servicios con las condiciones establecidas, también son las áreas más alejadas de los polos económicos, siendo marginadas de los servicios no solo por falta de proximidad para acceder a ellos de manera activa, sino porque ven comprometido su derecho a la igualdad de condiciones para así poder determinar una injusticia espacial.

Manizales necesita una descentralización de los servicios que ofrece a sus ciudadanos, llevar las diversidades de amenidades necesarias para la subsistencia a cada uno de los barrios, generando políticas públicas de proximidad, porque, aunque la proximidad no sea proporcional a la velocidad de viaje hacia los destinos, es muy relevante en los tiempos de viaje, generando una disminución de estos. La densificación de las urbes es necesaria, junto a la expansión de las periferias, para albergar más personas, pero para que esta densificación no sea problemática, debe albergar los servicios necesarios para mejorar la calidad de vida comunitaria.

En esta investigación no se tiene en cuenta el municipio de Villamaría, el cual está separado naturalmente de Manizales en su perímetro sur por el río Chinchiná, debido a que para esta investigación se trabajó con el POT de Manizales del 2017, el cual no tuvo en cuenta a Villamaría para su desarrollo; por tanto, al no tener datos oficiales no se incluye en el análisis, podría ser un sesgo en el análisis, ya que Villamaría presenta también una cantidad de servicios considerables que afectarían al modelo para las periferias al sur de la ciudad, se imposibilita la inclusión por la falta de datos oficiales. Este municipio es importante para la ciudad, puesto que este puede ser considerado

una ciudad dormitorio, porque muchos de los servicios que este municipio y sus habitantes necesitan provienen de Manizales, inclusive compartiendo rutas de transporte público colectivo y del sistema de cable aéreo que conecta las dos líneas de este medio de transporte, de un municipio a otro hasta los diferentes centros urbanos de los mismos.

5. Agradecimientos

Se da un fraterno agradecimiento a los estudiantes del Grupo de Investigación en Movilidad Sostenible (GIMS) por el apoyo prestado para la realización de la presente investigación y a la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

6. Referencias Bibliográficas

Alcaldía de Manizales. (2017). Plan Maestro de Movilidad de Manizales. FINDETER. Steer Davies Gleave. http://www.infimanizales.com/wp-content/uploads/2018/06/Plan-Maestro-de-Movilidad-Manizales-PDF.pdf

Aristizábal, J.E., Sarache, W., y Escobar, D.A. (2023). Spatial Regression Model of Urban Walkability under the 15-Minute City Approach. GeoJournal of Tourism and Geosites, 49(3), 1037–1045. https://doi.org/10.30892/gtg.49319-1103

Calafiore, A., Dunning, R., Nurse, A., y Singleton, A. (2022). The 20-minute city: An equity analysis of Liverpool City Region. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 102, 103111. https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.103111

Fainstein, S.S. (2014). The just city. International Journal of Urban Sciences, 18(1), 1–18. https://doi.org/10.1080/12265934.2013.834643

Ferrer-Ortiz, C., Marquet, O., Mojica, L., y Vich, G. (2022). Barcelona under the 15-Minute City Lens: Mapping the Accessibility and Proximity Potential Based on Pedestrian Travel Times. Smart Cities, 5(1), 146–161. http://dx.doi.org/10.3390/smartcities5010010

Levine, J., Grengs, J., Shen, Q. & Shen, Q. Does accessibility require density or speed? A comparison of fast versus close in getting where you want to go in US metropolitan regions. *J. Am. Plan. Assoc.* **78**, 157–172 (2012). https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01944363.2012.677119

Marín-Cots, P., y Palomares-Pastor, M. (2020). En un entorno de 15 minutos: hacia la Ciudad de Proximidad, y su relación con el Covid-19 y la Crisis Climática, el caso de Málaga. Ciudad Y Territorio Estudios Territoriales, 52(205), 685-700. https://doi.org/10.37230/CyTET.2020.205.13.3

Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C., y Pratlong, F. (2021). Introducing the "15-Minute City": Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. Smart Cities, 4(1), 93–111. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/smartcities4010006

Wu, H., Avner, P., Boisjoly, G. *et al.* Urban access across the globe: an international comparison of different transport modes. *npj Urban Sustain* **1**, 16 (2021). https://doi.org/10.1038/s42949-021-00020-2

Young, Iris (1990). *Justice and the politics of difference*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press. ISBN 9780691023151.

DISEÑO DE INSTRUMENTOS PARA LA INCORPORACIÓN DE LA PERSPECTIVA DE GÉNERO EN LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL TRANSPORTE PÚBLICO

Natalia Tapia-Álvarez
Sherwood Design Engineers, Escazú, San José, Costa Rica. ntapia@sherwoodengineerscr.com
Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, San José, Costa Rica. natalia.tapiaal@gmail.com

Henry Hernández Vega
Universidad de Costa Rica, Montes de Oca, San José, Costa Rica. henry.hernandezvega@ucr.ac.cr

RESUMEN

El presente artículo se deriva del Trabajo Final de Graduación "Diseño de instrumentos para la incorporación de la perspectiva de género en la planificación y gestión del transporte público, un caso de aplicación en el sector Hatillo-Alajuelita" (Tapia & Hernández, 2023). La investigación brinda un estado de la cuestión respecto a la perspectiva de género en documentos de planificación de transporte en Costa Rica; posteriormente, diseña una guía para la gestión y planificación del transporte público modalidad autobús, donde se diseñan tres instrumentos de recolección de información y sus talleres de aplicación. Finalmente, lleva a cabo la aplicación de dos de los instrumentos diseñados en el sector Hatillo-Alajuelita del Gran Área Metropolitana de San José.

El derecho al transporte y la accesibilidad universal al mismo son dos pilares de diseño del transporte público, los sistemas de transporte hacen que las ciudades funcionen, ya que representan el vínculo entre las actividades productivas y reproductivas de una metrópolis (Kunieda & Gauthier, 2007, p.1).Observar la movilidad desde una perspectiva de género permite comprenderla como una práctica social y una relación sociopolítica inmersa en relaciones de poder (Cresswell y Uteng, 2010, p.10). Por tanto, acercarse a la movilidad desde dicha perspectiva implica también, acercarse sistemáticamente a la brecha de accesibilidad y asequibilidad entre las personas usuarias de los sistemas de transporte.

1. Introducción

La movilidad, como aspecto inherente a la vida diaria, desempeña un papel vital en los roles socioeconómicos y la satisfacción de las necesidades de las personas. La accesibilidad a un transporte digno se revela como un factor clave que impacta directamente en la calidad de vida y las oportunidades de desarrollo. Desde una perspectiva de género, la movilidad se comprende como una práctica social inmersa en relaciones de poder, destacando la importancia de abordar las brechas de accesibilidad y asequibilidad.

En Latinoamérica, la seguridad en el transporte público es un desafío significativo, especialmente para mujeres, ya que enfrentan altas tasas de acoso sexual. La inseguridad, combinada con tiempos de viaje prolongados, desincentiva el uso del transporte público, afectando desproporcionadamente a las mujeres y contribuyendo a la desigualdad de género. Mejorar el servicio, particularmente para los más vulnerables, es fundamental para el éxito de programas de infraestructura y transporte, enfocándose en la creación de entornos seguros que fomenten la equidad.

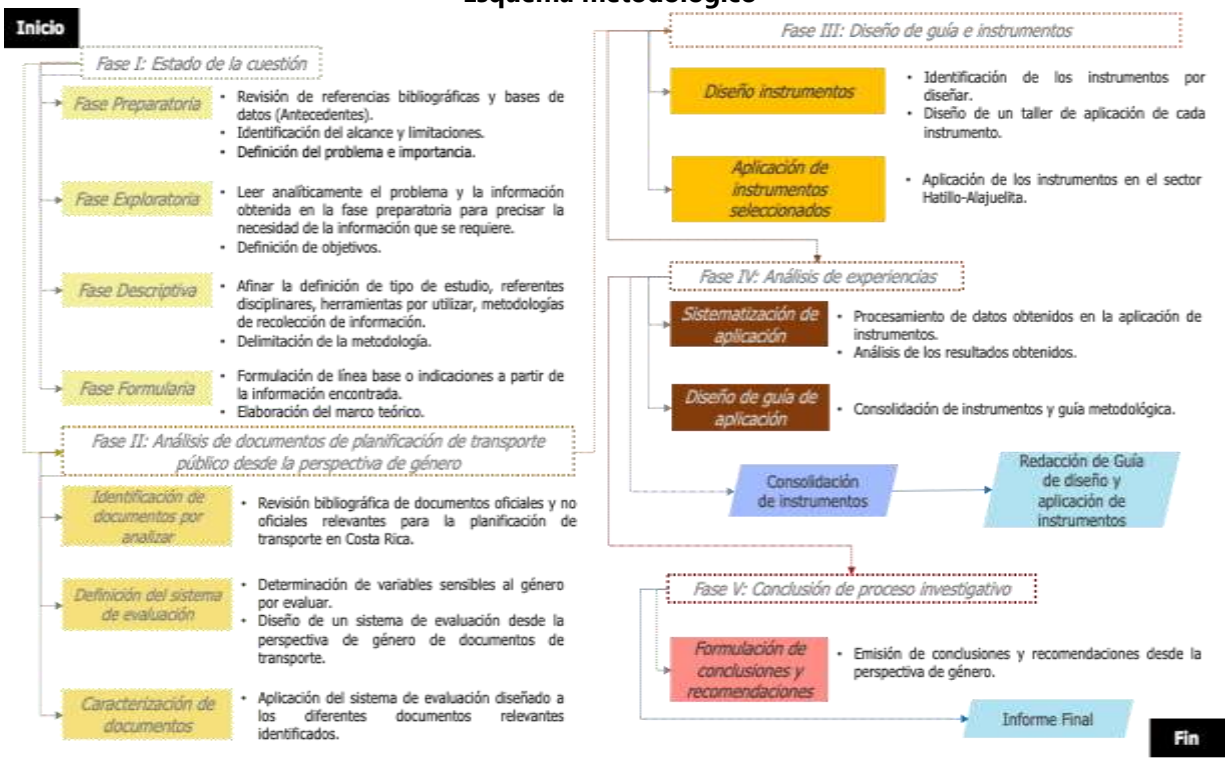
En el contexto latinoamericano, el enfoque de género ha sido centrado en la brecha entre hombres y mujeres cisgénero, reconociendo a mujeres, poblaciones vulnerables y jóvenes como usuarios frecuentes del transporte público. La accesibilidad se posiciona como un elemento crítico en la planificación y diseño de sistemas de transporte público.

Este artículo presenta una propuesta para guiar el diseño de herramientas destinadas a la planificación y gestión del transporte público con una perspectiva de género. La propuesta busca proporcionar herramientas para la recopilación de información con enfoque de género interseccional e integral por parte de los entes gestores y operadores de servicios de transporte público.

2. Metodología

Se utilizará una metodología mixta-participativa (cuantitativa y cualitativa) en la cual se realizará inicialmente un estado de la cuestión, para diseñar las herramientas propuestas, que sirvan como insumo para la inclusión del género como variable de planificación en Costa Rica.

Esquema metodológico



3. Diseño de instrumentos

En la investigación se diseñaron tres instrumentos para recopilar información (sondeo de movilidad), evaluar documentos e iniciativas de transporte (Matriz de representatividad y perspectiva de género) y espacios públicos para el transporte público en autobús (Evaluación desde la perspectiva de género de EPTBs), cada uno con una propuesta de taller de aplicación, las cuales pueden ser encontradas en la "Guía para la planificación y gestión del transporte público con perspectiva de género" (Tapia & Hernández, 2023). En el presente artículo presentarán los instrumentos que se aplicaron en el sector Hatillo-Alajuelita.

3.1. Matriz de representatividad y perspectiva de género

El presente instrumento se concibe como una lista de verificación que puede emplearse previo a la realización de estudios, propuestas de transporte, procesos participativos o consultas, así como posterior a la elaboración de documentos con fines evaluativos. Los criterios establecidos se fundamentan en la metodología de la ONU conocida como "Los lentes de género", la cual persigue identificar las preguntas esenciales que los investigadores deben abordar para comprender las implicaciones de género en cualquier política (ONU, 2001, p.100). Este enfoque analítico implica comprender las dinámicas de género, examinar los roles, motivaciones y limitaciones basadas en género.

Aplicando esta metodología de análisis al ámbito de los documentos relacionados con el transporte público, se derivan los siguientes criterios.

El Módulo de representatividad se enfoca en garantizar un proceso participativo inclusivo y equitativo, reflejando la diversidad demográfica del área de estudio. También, verifica la adecuación de las bases de datos y fuentes bibliográficas para representar de manera precisa las experiencias, necesidades y perspectivas de la variada población involucrada.

Cuadro 1. Matriz de representatividad y perspectiva de género, módulo A

Matriz de representatividad y perspectiva de género		
A. Módulo de representatividad		
Objetivo de análisis	**Criterio**	**Valor obtenido**
El proceso participativo promueve la participación equitativa y diversa que represente la población de estudio. Así como, las bases de datos, información y fuentes bibliográficas consultadas permiten una adecuada representación y análisis de las experiencias, necesidades y perspectivas correspondientes a la diversidad de la población en estudio.	**1.** Existe o se procura una representación ponderada de género, de acuerdo con la población, en el proceso participativo. **2.** El proceso participativo posee horarios flexibles de asistencia o métodos flexibles de consulta, que promuevan la participación de todas las personas. **3.** El proceso participativo posee métodos y lugares de convocatoria diversos y accesibles que promuevan la presencia de todas las personas. **4.** El proceso participativo posee dinámicas e instrumentos de participación accesibles e inclusivos para todas las edades y personas con diversidad funcional (personas con alguna discapacidad y/o neurodivergencia). **5.** Se han visibilizado tanto en las fuentes bibliográficas como en los instrumentos de participación las perspectivas y necesidades de población indígena, población en condición de pobreza, migrante y/o refugiada, personas cisgénero y transgénero del colectivo LGBTQA+, población adulta mayor, personas con diversidad funcional (personas con discapacidad y/o neurodivergencia), población urbana, rural y costera, de ser aplicable. **6.** De no tener acceso a un grupo focal representativo de la diversidad de la población, la persona investigadora se ha preocupado por visibilizar y reflejar perspectivas, experiencias y necesidades de los distintos grupos sociales que puedan verse afectados o implicados en dicha investigación. **7.** Se ha recolectado información y estadísticas desagregadas según género. **8.** Se han consultado y aplicado en la investigación fuentes tanto cualitativas como cuantitativas; así como diversas técnicas de investigación para rescatar la perspectiva de las poblaciones en estudio. **9.** La investigación ha sido llevada a cabo por un equipo multidisciplinario pertinente.	
CALIFICACIÓN		

El siguiente módulo propuesto es el módulo de semántica y lenguaje, en él se busca evaluar que la redacción y lenguaje utilizado en el documento e instrumentos de consulta sea pertinente, inclusiva y respetuosa para referirse a las poblaciones de estudio. De tal manera que permita una adecuada lectura de la sociedad sin reproducir estereotipos de género, etnia, edad, etc.

Cuadro 2. Matriz de representatividad y perspectiva de género, módulo B

B. Módulo de semántica y lenguaje		
Objetivo de análisis	**Criterio**	**Valor obtenido**
La redacción y lenguaje utilizado en el documento e instrumentos de consulta es pertinente, inclusiva y respetuosa para referirse a las poblaciones de estudio. De tal manera que permite una adecuada lectura de la sociedad sin reproducir estereotipos de género, etnia, edad, etc.	**1.** La redacción utilizada en el documento e instrumentos de consulta no presenta sesgos de género como androcentrismo, sobre-generalización, sobre-especificidad, familismo, adecuación al sexo, dobles estándares o dicotomía sexual. **2.** La redacción utilizada en el documento e instrumentos de consulta es sensible al género. **3.** La redacción utilizada en el documento e instrumentos de consulta evita la perpetuación de estereotipos de cualquier tipo; ya sea, de género, edad, etnia, etc. **4.** La redacción utilizada en el documento e instrumentos de consulta usa lenguaje inclusivo, pertinente y respetuoso para referirse a todas las poblaciones que se mencionen en la investigación.	
CALIFICACIÓN		

Cuadro 3. Matriz de representatividad y perspectiva de género, módulo C

C. Módulo de perspectiva de género e interseccionalidad		
Objetivo de análisis	**Criterio**	**Valor obtenido**
El análisis realizado en el documento toma en cuenta las prioridades según género, promueve la equidad entre los géneros y contribuye a obtener una lectura de la movilidad con perspectiva de género.	**1.** La redacción utilizada en el documento y el análisis realizado en el mismo, toma en cuenta los roles de género y la influencia de estas en los patrones de movilidad. **2.** La redacción utilizada en el documento y el análisis realizado en el mismo, toma en cuenta los roles de género y sus consecuencias en el poder adquisitivo y la selección modal de las personas. **3.** La redacción utilizada en el documento y el análisis realizado en el mismo, toma en cuenta los roles de género y la influencia de estos en los motivos de viaje de las personas. **4.** La redacción utilizada en el documento y el análisis realizado en el mismo, toma en cuenta las necesidades según género y la adecuación de los equipamientos en terminales de transporte, paradas y vehículos a las necesidades y cuerpos de las personas. **5.** La redacción utilizada en el documento y el análisis realizado en el mismo, toma en cuenta las necesidades de cada género y la percepción de seguridad, vivencia de seguridad y confort en el viaje de las personas.	
	CALIFICACIÓN	

Por último, el módulo de perspectiva de género e interseccionalidad, cuyo objetivo de análisis es determinar si la redacción utilizada en el documento y en las recomendaciones emitidas del mismo, toma en cuenta las prioridades según género, promueve la equidad entre los géneros y contribuye a obtener una lectura de la movilidad con perspectiva de género. Para ello se utilizan cinco criterios evaluativos que pretenden visibilizar como permean los roles de género en las diferentes etapas de viaje, y cómo varía la percepción de seguridad, experiencia de viaje y comfort según género.

3.2. Matriz de evaluación de espacios públicos para el transporte en bus (EPTB)

La Matriz de Representatividad y Perspectiva de Género se presenta como una herramienta integral para la evaluación de Espacios Públicos de Transporte en Autobús (EPTBs). Este instrumento aborda aspectos clave como señalización e información, infraestructura, equipamiento, seguridad, vitalidad, confort y accesibilidad. En este artículo, se presenta específicamente la matriz de evaluación para paradas de autobús, mientras que la versión completa incluye también la evaluación de terminales de autobús.

Módulo A. Señalización e Información:

El objetivo de este módulo es evaluar la efectividad de la señalización e información en orientar a las personas usuarias hacia el transporte público. La señalización, en muchas ocasiones, constituye la primera y posiblemente la única fuente de información para los usuarios, proporcionando detalles sobre el punto de espera, opciones de servicio, tiempos de espera, entre otros. Este análisis se revela crucial para comprender y mejorar la experiencia de quienes utilizan el transporte público.

Cuadro 4. Evaluación de espacios públicos para el transporte en bus (EPTB) desde la perspectiva de género: Paradas de autobús, módulo A

Evaluación de espacios públicos para el Transporte en Bus (EPTB) desde la perspectiva de género		
Parada de autobús		
Módulo A. Señalización e información	Estado	Valor
1. La parada de autobús está debidamente señalizada con señales de orientación, direccionales, funcionales e informativas con un contraste visual y tamaño de letra adecuado		
2. La parada de autobús cuenta con mapas informativos de la red de movilidad		
3. La parada de autobús cuenta con señalización que indique el tiempo de espera para el siguiente servicio y la ruta que está en la parada y la que viene posteriormente		
4. La parada de autobús cuenta con información de conexiones intermodales		
5. La señalización en la parada es accesible para personas con discapacidades sensoriales y cognitivas, ubicada a la altura adecuada, bien iluminada y fácilmente legible. Incluye elementos táctiles y en Braille. Además, se destaca la importancia de evitar la saturación de señalización cercana y mantener una distancia adecuada entre los elementos visuales y la señalización fijada en la pared, como carteles murales y horarios.		
Calificación		

Módulo B. Infraestructura y equipamientos:

Este módulo pretende evaluar que los equipamientos de la parada de autobús estén adecuadamente dimensionados para todos sus propósitos: la estancia y el tránsito de personas para todos los cuerpos posibles. Es por esto que se han adecuado algunos de los lineamientos de accesibilidad para edificios de las normas del Instituto de

normas Técnicas de Costa Rica y se han extrapolado al tránsito en la parada, por ejemplo, la altura de los asientos.

Cuadro 5. Evaluación de espacios públicos para el transporte público (EPTB) desde la perspectiva de género: Paradas de autobús, Módulo B

Módulo B. Infraestructura, equipamientos	Estado	Valor
1. La parada de autobús cuenta con asientos para esperar el autobús		
2. La parada de autobús cuenta con techo en buen estado sin filtraciones (goteras)		
3. La parada de autobús tiene una bahía de abordaje		
4. La parada de autobús cuenta con una acera que idealmente permita el libre tránsito entre las personas esperando el autobús y las personas que van en el flujo peatonal. Para ello la acera posee un ancho de 1.50m (o mínimo de 1.20m)		
5. La superficie de la acera donde se encuentra la parada de autobús está en buenas condiciones sin deterioros, huecos o obstáculos para transitar o permanecer en la misma		
6. Los equipamientos están adecuadamente dimensionados, de acuerdo a las diversas corporalidades humanas, de manera que las personas puedan están sentadas o de pie cómodamente en la parada. – altura del asiento, de 400 mm a 450 mm; – altura del respaldo, de 750 mm a 790 mm; – profundidad del asiento, de 400 mm a 450 mm; – ángulo del asiento con el respaldo, de 100o a 105o; – altura del reposabrazos, de 220 mm a 300 mm por encima del asiento; – distancia del reposabrazos con respecto al borde del asiento, <= 75 mm;		
7. La infraestructura de drenaje funciona correctamente ante eventos meteorológicos: sin inundaciones en los cordones y caño, cunetas, ni desbordamiento de agua en pozos y tragantes		
8. Ante eventos meteorológicos la acera se encuentra libre de inundaciones (o pringues) de manera que las personas puedan transitarla o permanecer en ella y abordar y desabordar el autobús		
Calificación		

Módulo C. Seguridad, vitalidad y confort:

Se busca en este módulo identificar las condiciones de seguridad, vitalidad y confort que el EPTB ofrece a la persona usuaria. La relación entre estos tres rubros es retroalimentativa; ya que un ambiente confortable, permite una dinámica social más vital, y un espacio vital desemboca con frecuencia en espacios más seguros para el tránsito y la espera de transporte público.

Cuadro 6. Evaluación de espacios públicos para el transporte público (EPTB) desde la perspectiva de género: Paradas de autobús, Módulo C

Módulo C. Seguridad, vitalidad y confort	Estado	Valor Obtenido
1. La parada de autobús está libre de puntos ciegos, rincones, muros, áreas escondidas que imposibilitan la visibilidad **2.** La parada de autobús posee iluminación continua y adecuada **3.** Para llegar a la parada de autobús no hay que transitar por pasos elevados, túneles, espacios sin iluminación o espacios sin aceras **4.** La parada está ubicada en un lugar donde transitan o permanecen personas activamente en horario diurno **5.** La parada está ubicada en un lugar donde transitan o permanecen personas activamente en horario nocturno **6.** La parada de autobús cuenta con conexión Wifi gratuita y pública **7.** La parada cuenta con información que refuerce la seguridad de las personas usuarias como campañas de prevención del acoso y las agresiones sexuales, instructivos o recomendaciones de seguridad en caso de sufrir un asalto, agresión o violencia **8.** De existir publicidad en la parada, el contenido que reproduzca estereotipos de género, etnia, edad o de cualquier tipo que puedan incitar a la discriminación **9.** Existe en la parada de autobús algún mecanismo de atención a emergencias 24/7 como un "botón de emergencia" **10.** Existe en la parada equipo de monitoreo de seguridad (cámaras) **11.** Existe en la parada una adecuada protección contra el tránsito motorizado como cruces peatonales cercanos, señalización y dispositivos de control de tránsito que promuevan el tránsito seguro de peatones o desnivel de al menos 15cm entre el nivel del pavimento y la parada **12.** La parada está ubicada en un lugar sin malos olores **13.** La parada está ubicada en un lugar sin exposición prologada a altos niveles de contaminación atmosférica **14.** La parada está ubicada en un lugar sin exposición prologada a altos niveles de contaminación sonora **15.** La parada está ubicada en un lugar adecuado, cerca de instituciones, comercios, viviendas que permita desplazamientos cortos y seguros **16.** La parada está ubicada en un lugar visualmente agradable, donde se pueda esperar con un grado de confort		
Calificación		

Módulo D. Accesibilidad:

El módulo de accesibilidad pretende evaluar que tan apta es la infraestructura que posee los EPTBs para las personas con diversidad funcional (movilidad reducida o algún tipo de neurodivergencia), está principalmente compuesto por criterios de infraestructura, estos criterios fueron adaptados de las normas INTE W11:2020 - Accesibilidad de las personas al medio físico: Servicios sanitarios accesibles; y la norma INTE W1-1:2018 - Accesibilidad al medio físico:

Cuadro 7. Evaluación de espacios públicos para el transporte público (EPTB) desde la perspectiva de género: Paradas de autobús, Módulo D

Módulo D. Accesibilidad	Estado	Valor Obtenido
1. La parada de autobús cuenta con aceras táctiles (itinerarios táctiles) **2.** La parada de autobús tiene condiciones óptimas para abordar y desabordar el autobús para personas con diversidad funcional (personas con movilidad reducida o neurodivergencia); ya sean, rampas o cualquier forma de abordaje-descenso que permita la continuidad con el nivel de acera. Un espacio de estancia de ancho de 1,50mx1,50m (mínimo de 1,20mx1,20m). Con ancho mínimo de rampa de 1,20m que no supere la elevación de 0,3m sin descansos, con pendiente máxima de 2%, sin escalones aislado, con advertencias táctiles de escalones, sin rejillas de drenaje y con protección anti caídas **3.** La parada cuenta con algún sistema de indicación sonora y/o visual que indique la llegada o partida del autobús para personas con diversidad funcional		

4. Metodología de aplicación de instrumentos

Ambos instrumentos pueden implementarse mediante talleres participativos, entrevistas directas o, en su caso, ser adaptados para encuestas virtuales. Cada criterio de evaluación se clasifica con un nivel de cumplimiento vinculado a un valor evaluativo. Así, se puede calcular una calificación ponderada utilizando la fórmula: cociente de la suma de los valores obtenidos en cada criterio (V) y la máxima calificación posible, es decir, el número total de criterios evaluados (c) multiplicado por la calificación máxima (2 en este sistema evaluativo).

Cuadro 8. Valor asociado según nivel de cumplimiento de criterios de análisis de la matriz de representatividad y perspectiva de género

Valor asociado a cumplimiento de criterios (V)	
Cumple	2
Cumple parcialmente	1
No cumple	0
No evaluable	N.A

$$Calificación\ ponderada = \frac{\sum V}{c*2} \times 100 \quad \textit{Ecuación 1}$$

Se establece una escala de valores para calificar cada módulo, donde un puntaje igual o menor al 20% se clasifica como "Malo", entre el 21% y el 40% como "Deficiente", entre el 41% y el 60% como "Regular", entre el 61% y el 80% como "Bueno", y cualquier puntaje superior al 80% se considera "Excelente". Esta clasificación permite evaluar y categorizar de manera objetiva el desempeño de cada módulo en el contexto del estudio.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- La mayoría de los estudios con perspectiva de género en transporte se han limitado a binarios y cisgénero, excluyendo otras identidades.

- La incorporación de la perspectiva de género en los estudios de transporte facilita la comprensión de las decisiones de movilidad, y a su vez permite acercarse sistemáticamente a la reducción de la desigualdad.

- Existe una carencia de representatividad en la planificación del transporte público en Costa Rica, atribuible a errores metodológicos, como convocatorias

deficientes o inaccesibles, y falta de recursos para realizar procesos participativos robustos.

- Aunque la perspectiva de género ha avanzado en los estudios de transporte en Costa Rica, se requiere una visión intersecciones que considere género, edad, etnia, migración y capacidades de las personas usuarias.

- La evaluación de Espacios Públicos para el Transporte en Bus (EPTBs) en Hatillo-Alajuelita revela condiciones deficientes, careciendo de señalización, seguridad, confort y accesibilidad. La mayoría son paraderos en la vía pública donde las personas usuarias conocen que los autobuses realizan ascenso y descenso, más no son paradas señalizadas, vitales, seguras, confortables ni con la infraestructura mínima necesaria y con mal accesibilidad.

- En el centro de San José, las malas condiciones de infraestructura y seguridad en las paradas afectan la salud de miles de usuarios diarios, destacando la necesidad urgente de mejoras en el servicio.

5.2 Recomendaciones

- Se enfatiza la necesidad de abordar la movilidad de manera integral, considerando género, sostenibilidad, desarrollo urbano sustentable, rentabilidad, eficiencia, salud y calidad de vida.

- La recomendación es realizar estudios de movilidad con equipos interdisciplinarios capacitados para comprender la diversidad de cuerpos en la sociedad.

- Los procesos participativos en la planificación y gestión del transporte público deben ser representativos, accesibles y tener perspectiva de género en todas sus etapas.

- La mejora de los Espacios Públicos para el Transporte Público (EPTBs) en Costa Rica es esencial, asegurando infraestructuras accesibles para todas las personas.

- Se propone una mayor coordinación entre entidades públicas, operadores y sociedad civil para elevar la calidad del transporte público.

- Al aplicar metodologías e instrumentos, se destaca la importancia de evaluar previamente el contexto y objetivos específicos de cada estudio en el ámbito del transporte.

- Se hace un llamado a realizar más investigaciones con perspectiva de género intersecciones, buscando generar estadísticas segregadas según la identidad de género para comprender mejor los patrones de movilidad influenciados por roles de género.

6. Referencias Bibliográficas

Creswell, T., Uteng Priya, T. (2007). *Introduction to gendered mobilities. Gendered Mobilities.*

Cob, G., Anchía, E., Chacón, G., Alfaro, S., Martínez, A., Moreno, A. L., Mayra, L. (2018). *Análisis de Género del sector transporte en Costa Rica. San José Costa Rica: MiTransporte (GIZ).*

Consejo Nacional de Planificación Urbana. (2013). *Plan de la Gran Área Metropolitana: Vivienda y equipamiento social. Recuperado el 4 de Julio del 2022 en* https://www.invu.go.cr/documents/20181/171102/1_+Dimensiones

EPYPSA – SIGMA GP. (2013). *Estudio de Apoyo al modelo general de sectorización de transporte público de San José, Costa Rica. Informe 1: Diagnóstico V1*

EPYPSA – SIGMA GP. (2013). *Estudio de Apoyo al modelo general de sectorización de transporte público de San José, Costa Rica. Informe 2: Diagnóstico V2*

EPYPSA – SIGMA GP. (2014). *Estudio de Apoyo al modelo general de sectorización de transporte público de San José, Costa Rica. Informe 3: Avance de información de campo y tipología vehicular*

EPYPSA – SIGMA GP. (2014). *Estudio de Apoyo al modelo general de sectorización de transporte público de San José, Costa Rica. Informe 4: Avance de toma de información y componente institucional*

Granada, I., Anne-Marie, U., Monge, A., Ortiz, P., Pérez, D., Montes, L., & Caldo, A. (2016). *El porqué de la relación entre género y transporte. Banco Interamericano de Desarrollo.*

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). (2020). *Accesibilidad de las personas al medio físico. Servicios sanitarios accesibles. Requisitos.*

Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO). (2018). *Accesibilidad al medio físico. Edificaciones. Requisitos.*

Instituto Nacional de Estadística y Censos (2018). *Encuesta Nacional de Uso del Tiempo 2017: Resultados generales [recurso electrónico]. Instituto Nacional de*

Estadística y Censos, Universidad Nacional. IDESPO; Instituto Nacional de las Mujeres. 1 ed. San José, Costa Rica.

Molinero, A. & Sánchez, L. (2005). *Transporte Público: Planeación, diseño, operación y Administración (1 ed.)., volumen 1. Universidad Autónoma de México (UNAM),* México D.F., México.

Secretaría Plan Nacional de Desarrollo Urbano (2013). Plan GAM 2013-2030: Resumen Ejecutivo. Recuperado el 29 de agosto del 2022 en https://www.invu.go.cr/documents/20181/183415/Presentación

Secretaría Plan Nacional de Desarrollo Urbano (2013). Plan GAM 2013-2030: 5.1 Dimensión Movilidad. Recuperado el 29 de agosto del 2022 en https://www.invu.go.cr/documents/20181/181741/1_Dimensiones

Secretaría Plan Nacional de Desarrollo Urbano (2013). Plan GAM 2013-2030: Presentación. Recuperado el 29 de agosto del 2022 en https://www.invu.go.cr/documents/20181/183415/Resumen

Secretaría Plan Nacional de Desarrollo Urbano (2013). Plan GAM 2013-2030: 5.1 Dimensión Urbano Regional. Recuperado el 29 de agosto del 2022 en https://www.invu.go.cr/documents/20181/168393/1_+Dimensiones

Secretaría Plan Nacional de Desarrollo Urbano (2013). Plan GAM 2013-2030: 5.1 Dimensión de Vivienda y equipamiento social. Recuperado el 29 de agosto del 2022 en https://www.invu.go.cr/documents/20181/171102/1_+Dimensiones

Tapia, N. Hernández, H. (2023). *Guía para la planificación y gestión del transporte público con perspectiva de género.*

INEQUIDAD EN LA ACCESIBILIDAD A LOS EQUIPAMIENTOS DE EDUCACIÓN ESCOLAR: EL CASO DE LA CIUDAD DE CALAMA, CHILE

Alejandro Cortés Salinas
UAH-alcortes@uahurtado.cl

Jaqueline Guerrero

Loreto Rojas Symmes

RESUMEN

La localización de equipamientos de uso colectivo como son los centros de educación escolar y sus efectos en la accesibilidad resultan cruciales ante la promoción de ciudades y entornos más sostenibles y con mejor calidad de vida urbana. En el caso de la ciudad de Calama (norte de Chile), cuyos niveles de ingresos económicos por hogar del País es uno de los más altos, inciden directamente en la configuración de una ciudad con alta tasa de motorización vehicular que condiciona no solo la capacidad de accesibilidad, al depender de la tenencia de trasporte privado sino también la planificación, que impacta directamente en la calidad de vida, y con esto a la real interacción de la ciudadanía a las actividades sociales y económicas que en la ciudad se desarrollan. Esto llevó a preguntarse: ¿Cuál es el patrón de distribución del equipamiento de educación escolar en la ciudad de Calama? ¿Cuál es el impacto del patrón de distribución del equipamiento de educación escolar en los niveles de accesibilidad de los habitantes de la ciudad de Calama?

Para ello, se empleó la técnica de análisis de redes con la extensión *Network Analyst* de ArcGis y los resultados de la última Encuesta Origen Destino disponible para la ciudad. Los resultados permiten identificar patrones diversos de distribución de estos equipamientos, los cuales ponen de manifiesto variaciones significativas en los niveles de accesibilidad de los habitantes de la ciudad de Calama en relación con la educación escolar (primaria y secundaria) según modo de transporte empleado.

Palabras Claves: Accesibilidad, inequidad, Equipamientos, Educación Escolar, análisis de redes, Calama.

1. Introducción

Las dinámicas presentes en el sistema urbano, han incidido directamente en la capacidad de accesibilidad que puede tener la población a los equipamientos de usos colectivos, donde el Estado debe cumplir un rol fundamental, propendiendo a que las ciudades sean lugares donde las personas estén y se sientan incorporadas a los beneficios urbanos, garantizando el acceso equitativo a los bienes públicos urbanos de todas las clases sociales y revertir las actuales situaciones de segregación social urbana. (Naciones Unidas, 2020).

Acá, decisiones relacionadas con la localización de equipamientos de usos colectivos como la educación, deberían apegarse a los principios de equidad, eficiencia y justicia espacial (Nieto Masot & Márquez Segovia, 2018), permitiendo una configuración geográfica que asegure a todos los habitantes de un territorio las mismas condiciones de acceso a los servicios, en este contexto la accesibilidad a estos equipamientos cumple un rol fundamental al momento de abordar las oportunidades de uso que entrega este servicio de derecho universal.

En el caso de las ciudades intermedias, la dinámica de expansión urbana, posibilitan potenciales dificultades de accesibilidad a través de los modos de trasportes más utilizados (Rojas Quezada, y otros, 2017), donde el rol de la ciudad, de condicionar y promover la calidad de vida y desarrollo humano (Cáceres Seguel, 2020) a través de la consolidación de los espacios públicos, equipamientos y servicios, se ve inabordable producto de la rápida urbanización que está generando el aumento de habitantes, infraestructuras y servicios inadecuados y sobrecargados que se traducen en dificultades de acceso, y en notables inequidades territoriales. (Naciones Unidas, 2020).

Desde una perspectiva espacial pueden ser abordadas identificando áreas con altos tiempos de viajes y falta de accesibilidad a los equipamientos de usos colectivos, como los de educación. De esta forma, la importancia de caracterizar la distribución de los equipamientos de educación escolar y como han ido configurando ciudades cada vez más alejada de la equidad en la accesibilidad dependiente al uso del trasporte motorizado, permitirá, mediante la incorporación de herramientas de análisis espacial SIG, analizar las decisiones locales en cuanto a la planificación equitativa del territorio y con esto también, contribuir a la toma de decisiones de distribución y accesibilidad de equipamiento que permita, "garantizar el acceso equitativo a los bienes públicos urbanos" bajo la Política Nacional de Desarrollo Urbano (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2014).

Así, mediante la caracterización del patrón de distribución que han seguido los equipamientos de educación escolar más la determinación de la accesibilidad que

estos equipamientos tienen permitirán evaluar de qué forma el desarrollo urbano y la localización estos equipamientos van impactando en la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

2. Accesibilidad y equipamientos colectivos

La primera definición técnica del concepto "accesibilidad" fue expresada por Hansen (1959) "the potencial of opportunities for interaction", el concepto se comenzó a usar en la segunda década del siglo pasado en investigaciones relacionadas con la teoría de la localización y el planeamiento económico regional Calidad en la Educación e Infraestructuras del Transporte desde la Accesibilidad Territorial.

Según Garrocho y Campos (2006), el concepto de accesibilidad implica tener en cuenta a dos componentes básicos: uno físico y otro social. El componente físico se relaciona con la distancia geográfica que separa al usuario potencial del punto del servicio, expresa la proximidad espacial entre ambos y representa la accesibilidad locacional del servicio y/o de los usuarios. El componente social alude a la distancia social que existe entre el usuario potencial y el servicio, e involucra las características de ambos. (Garnica Berrocal, 2012)

Acá, la organización espacial del territorio es uno de los elementos más importante de los problemas relacionados a la expansión urbana y, por tanto, de la localización y distribución de equipamientos, que corresponden a instalaciones que cumplen la función de prestación de servicios para la satisfacción de las necesidades de las personas que habitan un lugar determinado.

Por los beneficios que presenta la accesibilidad a los equipamientos colectivos, es necesario tener en cuenta que es un atributo que permite evaluar las cuestiones de equidad espacial (Talen, 1998). En este sentido, Martínez & Rojas (2014) plantean que la cohesión territorial está dada por la igualdad de acceso a servicios, correlacionado con los niveles de bienestar regional para lograr progreso y sostenibilidad, convergiendo con la equidad y justicia espacial.

Los análisis de accesibilidad permiten comprender el impacto que, sobre las actividades humanas, como por ejemplo la educación, tienen las inversiones en infraestructura del transporte y en general el impacto que tiene la economía sobre dichas actividades (Geurs y Van Wee, 2004).

De esta manera, el analizar los equipamientos implica considerar su localización y distribución dentro de un territorio, así como también la capacidad de contener a la

población demandante. Así, desde el punto de vista de las instalaciones públicas, estas deben apuntar a alcanzar valores de equidad máximos, para que, la ubicación de la población demandante no funcione como un factor de diferenciación (y discriminación) al momento de acceder a éstos (Villanueba, 2010).

La relación existente entre la distribución de equipamientos y la accesibilidad se materializa en la funcionalidad territorial, siendo esta el comportamiento real de la movilidad de la población al momento de usar la ciudad para satisfacer sus necesidades, comparando las medidas tradicionales de acceso (distancia y tiempo) para explicar las estructuras de densidades residenciales, siendo la accesibilidad, de esta manera, un articulador entre el transporte y la estructura urbana (Cerda & Marmolejo, 2010).

Particularmente, la localización de equipamientos en la obtención de una buena accesibilidad permite desarrollar el potencial económico y urbanístico de una zona, desde un barrio hasta la misma ciudad, por lo que posterior a la instalación de estos se requiere construir vías o mejorar las existentes con el fin de que la población puede llegar con mayor facilidad y satisfacer sus demandas.

Las distintas aproximaciones que se hacen al concepto de equipamientos colectivos tienen como denominador común la definición de espacios que cumplen con la función social de prestar servicios (educativos, recreativos, culturales, administrativos, de abastecimiento, seguridad y de salud, principalmente) para satisfacer las necesidades colectivas de grupos sociales en un entorno urbano. (Mayorga-Henao, 2019). De tal forma, no solo se consideran las distancias entre quienes desean acceder al equipamiento y este, sino también la red vial que permite materialmente acercarse al servicio deseado (Mayorga Henao & Ortiz Veliz, 2019).

Por ello, Nieto & Márquez (2018) argumentan que "la educación supone uno de los derechos universales más esenciales, siendo necesario que se garantice su accesibilidad a toda la población y en especial a las zonas más desfavorecidas".

3. El caso de la ciudad de Calama, Chile

La ciudad de Calama, con una condición minero – extractiva asociada al contexto regional en la que se sitúa, es la capital de la provincia de El Loa, la segunda más poblada de la región de Antofagasta. Presenta una superficie correspondiente a 15.597 km2 de la cual solo 19.1 km2 es urbano, presenta una población de 165.731 habitantes, de los cuales 95.6% se encuentran en el área urbana (CENSO 2017), representado un

crecimiento de 19,75% con respecto al año 2002, el cual resulta ser mayor al crecimiento nacional de 16,26%.

Cuenta con una oferta de 74 establecimientos educacionales para las etapas de parvularios y escolares, 36 pertenecen a la corporación municipal, 26 particulares subvencionados y 12 particulares privados. De estos se realizó un filtro de acuerdo al nivel educacional que, para esta investigación, se enfocó en la etapa escolar tanto públicos, privados y subvencionados para una población de estudiantes entre 6 y 18 años de 31.430 (CENSO 2017) que estén en el área urbana de la comuna de Calama, identificándose 39 establecimiento de los cuales 16 corresponden a establecimientos educacionales escolares privados y subvencionados, cuyas ofertas del servicio incluyen los nivel básico y medio en el mismo establecimiento, por lo que se entenderá como mixto.

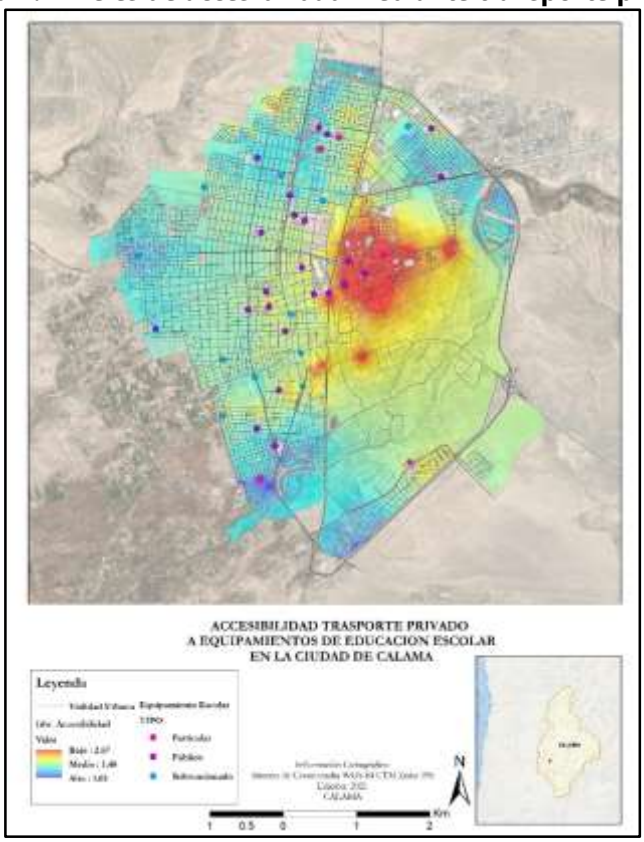
3.1 Niveles de accesibilidad a los equipamientos de educación en la ciudad de Calama

El siguiente apartado da cuenta de la evaluación de los niveles de accesibilidad a los equipamientos de educación analizados mediante la aplicación de sistemas de información geográfica y su extensión Network Analyst, utilizando el análisis de red para los modos de trasporte privado y caminata.

Para obtener la matriz de coste origen destino con la ruta más óptima para acceder a los equipamientos, se utilizó la base de datos de la encuesta origen destino aplicada en Calama el 2010 por la Secretaria de Transporte SECTRA, en la cual se consultó información referente a la ubicación espacial en manzanas de los viajes por educación realizados en hogares con personas entre 6 y 18 años. Identificando 344 manzanas distribuidas en el área urbana de Calama, conteniendo 891 hogares y 4813 personas, de los cuales 977 están entre los 6-13 años y 685 entre 14-18 años.

La figura 1 representa los niveles de accesibilidad que presentan los hogares usuarios de los equipamientos de educación escolar. Se puede identificar que los establecimientos educacionales, en su mayoría públicos, emplazados en el cordón central-oriente de la ciudad, presentan mayor dificultad de accesibilidad vehicular por parte de las manzanas consultadas de acuerdo al resultado del procesamiento donde los máximos valores indican que menor es la accesibilidad y los valores más bajos implican mejor acceso. La relación del tiempo real y tiempo ideal permitieron identificar la accesibilidad a los equipamientos de educación en el cual arrojaron un rango entre 2.67-1.03.

Figura 1: Niveles de accesibilidad mediante transporte privado



Con respecto a los tiempos calculados mediante el procesamiento de la información, se establecieron como promedio de acceso desde los hogares a las diversas ofertas educacionales rangos de tiempo real de circulación entre 3 y más de 7 minutos, resultantes del procesamiento para acceder mediante el uso de vehículo motorizado privado.

En este caso se observa en la figura 1 que los establecimientos educacionales de mejor acceso en tiempo real son los concentrados en el centro de la ciudad con menor tiempo de viaje en transporte privado, mientras que los distribuidos por los anillos periféricos presentan mayor dificultad los cuales corresponden a equipamientos subvencionados y privados.

Así, el sector oriente de la ciudad presenta bajos niveles de accesibilidad por la falta de alternativas viales, lo que incide en el uso de trasporte privado por parte de esta población. Los cuales de acuerdo a la EOD es el sector con mayor número de vehículos por hogar.

Se identifican zonas donde se distribuyen equipamientos de carácter privado y públicos con bajos niveles de acceso considerando la configuración de la red y la consolidación de esta en la trama urbana.

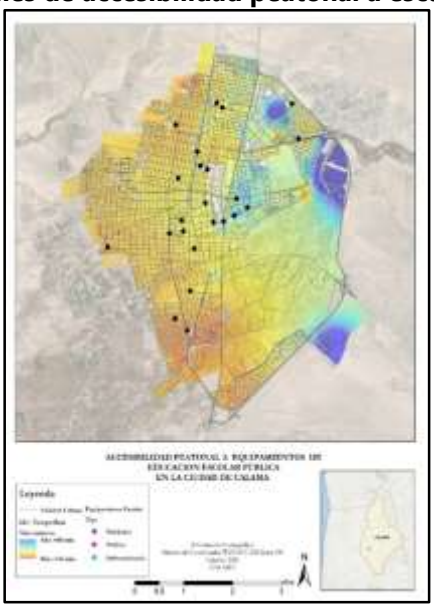
De esta forma tanto colegios particulares como públicos, en sectores periféricos del norponiente y sur oriente, entregan un servicio a la comunidad que condiciona su acceso a las capacidades del usuario de abordarlas. En este caso surge como efecto inmediato el requerimiento de vehículos motorizados y con esto también mejorar la distribución de los tipos de vías urbanas.

En el caso de los equipamientos de educación pública de acuerdo con la figura 2, deberían cumplir un rol más integrador y equitativo en cuanto al acceso, propendiendo a minimizar los costos asociados de sus usos y donde la caminata vendría a cumplir una alternativa clave para lograr tal rol.

En este escenario el análisis muestra que 25 de los 39 equipamientos están a 40 minutos para su acceso desde los hogares usuarios, por lo que evidentemente para un niño menor el tiempo se acrecienta por sus capacidades físicas de traslado, considerando que equipamientos de educación básica como las escuelas Kamac Mayu y Republica de Chile presentan tiempos superiores a los 40 minutos, implica una accesibilidad reducida para gran parte de la población usuaria potencial de la ciudad y con esto mayor costo de acceso.

Esto permite establecer que solo la población ubicada en la franja central de Calama tiene un acceso optimo, mientras que, en las periferias de la ciudad, poblaciones con diferentes condiciones socioeconómicas presentan inequidad en accesibilidad a estos equipamientos públicos mediante la caminata sin embargo, la red identifica que los equipamientos del sector poniente de la ciudad presentan mejor accesibilidad peatonal atribuible a la consolidación de la red y la infraestructura asociada a esta.

Figura 2: Niveles de accesibilidad peatonal a escuelas públicas



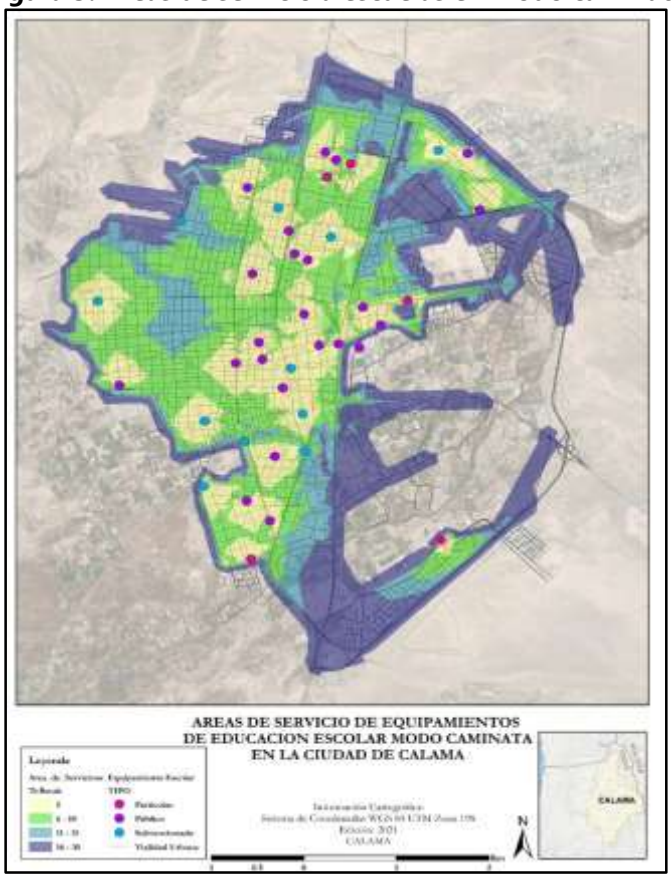
Para robustecer este análisis la obtención de áreas de servicios mediante el procesamiento de información en el SIG (figura 15) con tiempos de accesos para el modo de caminata, en periodos de 5-10-15-30 minutos de acuerdo a las recomendaciones del Consejo Nacional de Desarrollo Urbano(CNDU), los establecimientos de educación pública y subvencionada en su mayoría ofrecen mejor área de servicio y a la vez se concentran en la franja central de la ciudad, sin embargo y considerando que los usuarios principales de estos establecimientos provienen del sector norponiente, con tiempos que superan los 30 minutos de exposición para acceder a la oferta educacional y acrecentándose en el acceso a las ofertas de servicios a equipamientos privados.

Si bien los umbrales de tiempo definidos dan cobertura a la mayoría de la ciudad, un factor que incide directamente en la calidad de este modo de trasporte, son los factores ambientales, que genera sin duda una condicionante al momento de analizar los resultados, principalmente por la exposición a la radiación solar que tendrían los usuarios en tiempos mayores a 15 min.

En la misma línea, las áreas de servicio analizadas desde el modo vehicular (figura 16), el tiempo no superó los 15 minutos, de acuerdo al tipo de vía urbana existente en los lugares de emplazamiento de los equipamientos de educación, la cobertura se sobrepuso entre los equipamientos generando una cobertura en la mayoría del área urbana consolidada de la ciudad.

Evidentemente, las políticas locales de intervención carecen de estrategias enfocadas a conciliar los principios de equidad, eficiencia y justicia espacial contribuyendo a la inequidad espacial de los equipamientos de educción, los cuales requieren de una red vial condicionada al vehículo para su accesibilidad. Esto permite visualizar que la ciudad aun no es diseñada de manera sostenible.

Figura 3: Áreas de servicio a escuelas en modo caminata



4. Discusiones finales

La situación actual que presenta la localización de equipamientos de educación escolar en la ciudad de Calama evidencian los efectos de diversos procesos de expansión que ha ido configurando la distribución de estos durante los últimos 100 años, presentado patrones de concentración, principalmente en los equipamientos de educación escolar pública, como resultados de decisiones de los actores competentes, en este caso el gobierno local, que han ido priorizado la concentración de estos equipamientos en la franja central de la ciudad impactando en la inequidad de accesibilidad, donde la tendencia ha generado una localización carente de equidad para las poblaciones más periféricas de la ciudad.

Al respecto, el modo de trasporte privado tiene una consolidación de uso por gran parte de los habitantes de la ciudad para acceder a los equipamientos de educación escolar, mientras que el modo caminata arrojó tiempos que van sobre los 60 minutos, por lo que permite ver la inequidad de acceso a partir de los desplazamientos que hoy efectivamente realizan los estudiantes en Calama; actualmente no es un modo atractivo para los usuarios directos de la educación escolar, principalmente por los

amplios umbrales de tiempos de accesos a estos equipamientos, los cuales se agudizan con las condiciones inherentes del territorio, como lo son las ambientales, climáticas entre otras, que dificultan una caminata para niños con condiciones físicas de menor resistencia.

Por otro lado, visualizando las concentraciones de población en la ciudad de Calama, se puede desprender que la localización de los equipamientos no se han alineado con la lógica de crecimiento de la ciudad y sus densidades poblacionales, por lo que se deduce que solo los habitantes de la franja central de la ciudad, que representa al 19.5% de la población urbana de los cuales el 17.6% corresponden a la población entre 6-18 años , presentan una mejor accesibilidad a los equipamientos escolares y pueden acceder a estos equipamientos en menos de 10 minutos, situación que va disminuyendo a medida que se expande la ciudad.

La concentración de equipamientos de educación escolar en la franja central de la ciudad lo convierte en la zona más accesible, típica de las ciudades medias de chile, generando mejores posibilidades de elecciones a establecimientos educacionales, en este caso públicos, tal como lo han comprobado otros estudios en chile.

Las condiciones de acceso por medio del modo de trasporte privado han permitido sostener la accesibilidad a estos equipamientos, los cuales de acuerdo al área de influencia de estos equipamientos la totalidad del área urbana puede acceder en menos de 10 minutos, situación fomentada por un crecimiento del parque vehicular, cuyo impacto inminente recae en la congestión vehicular.

Bajo esta misma dinámica, la localización de equipamientos de educación escolar particular y subvencionada, si bien han ido ocupando espacios de forma más dispersos, los resultados arrojan niveles medio de accesibilidad por parte de los potenciales usuarios. Así, los tiempos de acceso en modalidad trasporte privado dejan en evidencia que la ciudad de escala intermedia como Calama aún cuenta con una importante condición relacionada con los tiempos de accesos recomendados por el sistema de indicadores y estándares de desarrollo urbano, SIEDU.

Bajo este escenario en donde la accesibilidad en la ciudad tiene un comportamiento diferenciado al resto de los territorios, y donde los estándares de calidad en acceso a nivel nacional no consideran las particularidades de los territorios, lleva a cuestionar la manera en que estos estándares pueden representar la misma realidad en territorios tan particular desde su funcionalidad y como esto incide al momento de establecer inequidades de accesibilidad a equipamientos de educación, cuando los datos no son determinantes para esta categorización.

Calama ha tenido un patrón de localización de los equipamientos escolares que conforme crece la ciudad se han ido concentrando en la franja central de la ciudad, predominando las ofertas de educación pública por sobre los privados y subvencionados. Lo anterior, incide en que la accesibilidad sea muy diferenciada según el modo de transporte en que se ejecuta el desplazamiento. Para quienes acceden a través de caminatas, los tiempos sobrepasan los 60 minutos en las periferias versus rangos menores a 40 minutos a medida que se avanza al centro; en contraste con el automóvil que, actualmente permite tener un acceso a la totalidad de la oferta educacional de la ciudad en no más de 15 minutos.

Si bien, la inequidad en el acceso a los equipamientos de educación escolar no es del todo evidente, si las decisiones siguen los mismos patrones de localización de equipamientos la inequidad será una problemática en las poblaciones de las periferias del centro de la ciudad, cuyas condiciones socioeconómicas diversas hace enfrentar y abordar un mismo problema de diversas formas. Por lo que hace necesario generar medidas que permitan predecir las posibles problemáticas que puedan surgir de las tomas de decisiones de los actores competentes.

5. Referencias Bibliográficas

Cáceres Seguel, C. (2020). Acceso a equipamiento urbano y calidad de Vida. Bitácora 30, 263 --275.

Cerda, J., & Marmolejo, C. (2010). De la accesibilidad a la funcionalidad del territorio: Una nueva dimensión para entender la estructura urbano-residencial de las áreas Metropolitanas de Santiago (Chile) y Barcelona (España). Revista de Geografía del Norte Grande N°46, 5-27.

Mayorga Henao, J. M., & Ortiz Veliz, J. (2019). Segregación e inequidad en el acceso a servicios de educación, cultura y recreación en Bogotá, Colombia. Revista Colombiana de Geografía 29, 171-189.

Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones. (2014). Actualización diagnostico STU Calama, Etapa II. Calama.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2014). Política Nacional de Desarrollo Urbano.

Naciones Unidas. (2020). Informe de los Objetivos de Desarrollo sostenible.

Nieto Masot, A., & Márquez Segovia, N. (2018). Análisis de la distribución espacial de equipamientos educativos (0-16 años) en Extremadura a escala de detalle. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 497-520.

Rojas Quezada, C., Martínez Bascuñán, M., De la Fuente, H., Shäfer, A., Aguilera Saéz, F., De la Fuente Mella, G., Carrasco Montaña, J. (2017). Accesibilidad a equipamientos según movilidad y modos de trasporte en una ciudad media, Los Ángeles, Chile. Anales de Geografía de la Universidad Complutense, 177-199.

Villanueva, A. (2010). Accesibilidad geográfica a los sistemas de salud y educación. Análisis espacial de las localidades de Necochea y Quequén. Transporte y Territorio, 136-157.

LA COMUNICACIÓN COMO PARTE DE LA SENSIBILIZACIÓN DE PÚBLICOS Y DECISORES EN FUNCIÓN DE UNA MOVILIDAD EQUITATIVA E INCLUSIVA.

Gisela Rodríguez Armas.
TLP Producciones, Grupo de creación comunicativa, Cuba. giselar@enet.cu.

RESUMEN

La comunicación resulta una herramienta esencial para incidir en el cambio de conducta de los actores sociales y decisores a fin de lograr una movilidad equitativa e inclusiva donde cada quien tenga un espacio reservado. El Colectivo de Creación Audiovisual y Cinematográfico TLP Producciones, ha acompañado estos procesos desde diversas aristas presentes en la sociedad la capital cubana, La Habana. La producción y difusión de materiales audiovisuales, campañas de bien público y el intercambio con instituciones académicas y metodológicas como la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) y la Dirección General del Transporte de La Habana, han propiciado resultados positivos en la sensibilización de la población y los decisores en función de un servicio de transporte y una movilidad urbana más equitativa e inclusiva.

1. Introducción

La comunicación es un componente importante para lograr la sensibilización de públicos y decisores en función de lograr una movilidad equitativa e inclusiva, por este razón el Colectivo de Creación Audiovisual y Cinematográfico TLP Producciones, a partir de su experiencia en la promoción de mensajes de bien público, se trazó el objetivo de socializar mensajes enfocados en la movilidad equitativa e inclusiva que facilitara los procesos de implementaciones de los proyectos que se estaban desarrollando en la ciudad con esta dirección.

Desde un enfoque conceptual, basado en los principios del proceso producción audiovisual y de comunicación se construye un discurso orientado al público y el entorno comunicativo trazando como meta incidir en la conducta a partir de un cambio de visión y acción.

"La comunicación como parte de la sensibilización de públicos y decisores en función de una movilidad equitativa e inclusiva", título del trabajo que recoge la experiencia de más de cuatro años de labor en esta línea de TLP Producciones, se acompaña de un material audiovisual que resume más de 160 productos audiovisuales realizados por este Grupo de Creación en función de incentivar una movilidad equitativa, inclusiva, sostenible y segura.

Palabras clave: movilidad, inclusión, equidad, seguridad, sostenible.

2. Desarrollo

Sensibilizar a públicos y decisores en temas tan actuales y necesarios como la movilidad desde una visión de equidad e inclusión requiere de hacer un alto en el propio proceso comunicativo y asumir cánones no tradicionales que ofrezcan nuevas miradas. Demanda de concebir la comunicación como un proceso social tan complejo como la propia movilidad, que a la vez sea capaz de establecer una relación directa entre Conocimiento y Sociedad, entre ser y saber dónde los públicos y decisores tienen una participación activa en la transmisión del mensaje y en la movilidad.

Observar a la sociedad desde la necesidad de movilidad de cada uno de sus componentes precisa considerar las especificidades e individualidades de cada persona, de cada actor social… significa hacer una parada en qué espacio necesita y qué demanda para lograr usarlo de manera digna y segura. Invita, además, a realizar un análisis histórico social de la evolución y desarrollo de la especie humana y su vínculo con la movilidad, con sus propias transformaciones como ser social.

El Colectivo de Creación Audiovisual y Cinematográfico TLP Producciones, de conjunto con instituciones académicas y metodológicas como la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO) y la Dirección General del Transporte de La Habana, respectivamente, ha realizado materiales audiovisuales y campañas de bien público con enfoques de equidad e inclusión en materia de movilidad urbana y en apoyo al uso de medios alternativos para la transportación y el cuidado del medioambiente.

La inserción de estos productos comunicativos en diversas plataformas permitió el acercamiento a los públicos, facilitó la comprensión de iniciativas en función de promover una movilidad urbana sostenible desde la equidad, así como la inclusión de personas en situación de discapacidad. El acompañamiento a los procesos de cambios y transformaciones posibilitó, además, considerar las opiniones de la audiencia y comprometerla con la implementación de las propuestas.

El trabajo se enfocó en conceptos de equidad e inclusión desde su propia génesis, según la Real Academia de la Lengua Española (RAE), y abrió el diapasón comunicativo a los procesos de movilidad urbana intrínsecos en la sociedad contemporánea. La presentación de un resumen de los materiales audiovisuales producidos y difundidos por TLP Producciones muestra un abanico de posibilidades a explotar desde una comunicación pensada en función de la movilidad equitativa e inclusiva.

3. Momento conceptual

TLP Producciones, como institución especializada en la producción comunicativa, es decir, "en la obtención, el procesamiento y la distribución de la información destinada a la comunicación pública…" (Serrano, 1993, p.74) conforma su propio proceso de producción comunicativa, que se manifiesta en la construcción de la realidad.

El enfoque de esa realidad forma parte del proceso de selección y elaboración de la información y marca las pautas que generan los modelos de producción para la comunicación guiados por las lógicas que regulan la producción audiovisual.

Estas lógicas suelen ser, por regla general mercadológicas (determinadas por el consumo de información), políticas (determinadas por las corrientes o sistemas políticos a los que responden), ideológicas (determinadas por la subjetividad). En esta última se puede observar una multiplicidad de matices, léase artísticos, éticos, religiosos, científicos. En la actualidad la última demanda de paradigmas más inclusivos que no dejen atrás de las necesidades de movilidad individuales.

3.1 El público y el entorno comunicativo.

La complejidad de las relaciones entre los emisores y receptores del mensaje echa por tierra el modelo clásico de los componentes de la comunicación, que propone una linealidad entre sus elementos:

Emisor ------- mensaje ------- receptor, y la retroalimentación entre ellos.

El proceso comunicativo actual coloca a sus componentes claves (emisor-receptor) como sus propios actores sociales y les ofrece la posibilidad de intercambiar roles. Este aspecto complejiza la estructura del proceso comunicativo desde su propia creación como expresión de la realidad.

No resulta difícil comprender ese análisis si se tiene en cuenta que el proceso de producción comunicativa va desde la idea a la realización, defiendo lo que se quiere comunicar y los públicos a quiénes se dirigen, así como los discursos en que deban expresarse.

Los receptores, audiencia o públicos suelen ser sujetos activos, que tienen una serie de rasgos socio-demográficos, socio-psicológicos y culturales que diferencian a unos de otros. Aunque tienen coincidencias en gustos y preferencias, ejercen la crítica y asumen conductas en correspondencia con su identificación con el mensaje.

El sujeto que recepciona el mensaje es un ser complejo. Pertenece a un contexto geográfico determinado con matices culturales, económicos, sociales y políticos que incide en sus intereses, preferencias, ideologías, pensamientos, visión de la realidad y proyecciones. Estos aspectos conforman el entorno comunicativo por considerar en la elaboración del mensaje a trasmitir.

Si se analiza el concepto de Comunicación expuesto por Guillermo Orozco (1997), se puede inferir que la comunicación es un proceso central cuyas prácticas o conjunto de prácticas resultan parte esencial de la cultura y la innovación cultural, característica de la era moderna y del entramado de conocimientos. En ella se incorporan vertiginosamente nuevos conceptos desde múltiples direcciones según el desarrollo de la ciencia, la técnica y sus aplicaciones sociales.

Así la movilidad como concepto propone nuevos elementos más allá del transporte y la seguridad vial. Asume al individuo como ser humano y social y lo coloca en el centro de la problemática, teniendo en cuenta sus necesidades e intereses, sus posibilidades y sus aspiraciones en materia de movilidad.

En este sentido surge la teoría de ciudades pensadas para las personas, dejando atrás modelos carrocéntricos, que otorgan mayor relevancia al vehículo en vez de a las personas.

3.2 Incidir en la conducta

Cambiar la conducta precisa de enfoques teóricos y prácticas cotidianas, pero también de factores basados en la experiencia personal, costumbres, tradiciones idiosincrasia, enfoque de género, inclusión y equidad.

En este sentido el Colectivo de Creación Audiovisual y Cinematográfico TLP Producciones, ha acompañado varios proyectos enfocados en la movilidad de La Habana, capital de la República de Cuba. Neomovilidad: por un transporte bajo en carbono, Calzada del Diez de Octubre, Corredor cultural Calle Línea y el Plan de Movilidad Urbana Sostenible de La Habana han sido algunos de ellos.

A ello se suman la Estrategia de equidad de la Dirección General del Transporte de La Habana y acciones de inclusión como La Cartilla, desarrollada por FLACSO.
Llevar a los públicos y decisores mensajes que los acerquen a la problemática de la movilidad a través de este nuevo lente, en una ciudad con características muy diferentes a las del resto del orbe, implica utilizar conocimientos y códigos, fruto del entramado de experiencias, teorías, prácticas y saberes con un ordenamiento lógico, estructural y social donde la participación de los públicos y decisores asuman diferentes posiciones dentro del escenario comunicativo. Abarcan desde lo individual a lo colectivo también desde sus roles sociales.

La primera problemática es el desconocimiento de que se trata de un discurso que contiene una agenda temática permeada de un enfoque de inclusión y equidad hasta entonces ignorado y que no se hace evidente, por tanto, se omiten sus códigos y la manera de hacerlo llegar al público. La segunda, la subestimación de que es objeto la temática en los medios en general y, particularmente, en los locales. La tercera, el poco dominio que existe por parte de los productores de comunicación sobre todos los matices que abarca la agenda, así como los intereses sociales que demandan.

El discurso propuesto por TLP Producciones ha acompañado cada estrategia de comunicación de los proyectos mencionados en diferentes formatos. Comprende la producción audiovisual de spot, materiales didácticos, promocionales diversos y programas televisivos.

Por ser el producto audiovisual el formato elegido para trasmitir el mensaje se caracteriza por el montaje de diversos componentes. Entre los más significativos sobresalen la imagen, el sonido y el texto. También se incluyen el lenguaje verbal y no verbal.

El empleo de este lenguaje como alternativa de expresión del contenido, permite acercar al público y su cotidianidad a partir de su propio imaginario social. Entre sus funciones más relevantes se encuentra la comunicativa (trasmisión de conceptos, juicios, pensamientos e ideas) y cognoscitiva (cómo el hombre percibe los objetos de la realidad y las relaciones entre ellos) (Milán, 2011, p. 94).

Una de las características de este tipo de producción comunicativa es la posibilidad de combinar lo abstracto del lenguaje humano con lo concreto de la imagen y el sonido expresado en los planos, secuencias, movimientos de cámara, iluminación y utilización del sonido. Parte de la propia investigación con la selección de los materiales para elaborar el guion. Consta, además, de procesos de edición y trasmisión, que constituyen otras fases del proceso de producción.

4. Cambio de visión y acción

El siglo XXI demanda un prisma diferente que acerque a públicos y decisores a la problemática de la movilidad, un elemento intrínseco al hombre desde su propia humanización, a fin de motivar cambios de visión, pensamiento y, por consiguiente, de conducta. En esencia establece la responsabilidad social e individual que entraña moverse de manera segura, inclusiva y equitativa.
La demanda del uso y aceptación de medios alternativos del transporte como parte de la movilidad de visitantes y habitantes de la mayor urbe cubana son resultados del proceso de comunicación y las acciones que en este sentido acompañaron cada fase de los proyectos de movilidad urbana implementados en la ciudad.

Más de un *millón* de pasajeros transportados por los sistemas de triciclos eléctricos que conforman *quince* rutas en La Habana desde el 2019 hasta la fecha, de los cuáles más de *quinientos mil* corresponden a las TRES rutas implementadas en el municipio Boyeros como parte del proyecto Neomovilidad por un transporte bajo en carbono en La Habana, así los casi *quince mil* servicios de alquiler de las bicicletas pertenecientes al Sistema de Bicicletas Públicas Habi-Inteliforja y los más de *tres mil quinientos* usuarios registrados desde enero de 2023 a diciembre del propio año, y el incremento de los viajes a pie, evidencian la aceptación por el público de las alternativas de movilidad a cortas distancias y por ende, de un cambio de conducta referido a la movilidad.

Imagen 1. Infraestructura y medios para la gestión del sistema de bicicletas públicas

Ya son seis rutas locales de este tipo y tiene alta demanda en los públicos.

Lo que ayer era una utopía, hoy es una realidad vista y apoyada por decisores como una alternativa a la movilidad urbana a cortas distancias que reduce las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera y mejora la salud humana.

El sistema de bicicletas públicas, como proyecto piloto, es otro de los logros por su aceptación pese al cliché del uso del ciclo en el llamado período especial, y por primera vez se realizó un proceso de licitación pública en el que participaron formas de gestión estatal y no estatal.

Sobre esta línea TLP Producciones ha realizado más de 160 publicaciones en las plataformas digitales en función de divulgar los objetivos y resultados del proyecto para sensibilizar a decisores e involucrar a actores y ciudadanos.

4.1. Materiales promocionales y didácticos

- Feria de Desarrollo Local Expocuba Neomovilidad.
- Feria de Energía Renovable
- Spot promocional proceso de licitación pública para el SBP
- Spot promocional sobre el SBP
- Spot promocional sobre los servicios del SBP
- Material institucional SBP
- Institucional de La Cartilla
- Spot Feria de Desarrollo Local 2023
- 3 spot Movilidad inclusiva
- 3 spot animados sobre La Cartilla
- 1 spot Triciclos
- 1 spot convocatoria de mujeres conductoras

- 1 spot extensión de convocatoria a conductoras de amplia gama
- 4 materiales sobre urbanismo táctico
- Didácticos
- Conferencias y consultorías para capacitación
- Documental Neomovilidad: un pensamiento diferente

Imagen 2. Muestra de materiales realizados

(…), se ve reflejado (…) y donde esa imagen responde al deseo de protagonismo de cada uno de los usuarios" (López et al, 1998) existe un vínculo que debe ser captado por el realizador para alcanzar un objetivo: un cambio de conducta.

Además de un cambio de mentalidad en materia de movilidad la integración entre instituciones científicas, académicas, proyectistas y de servicios evidencia la comprensión del mensaje y exhibe beneficios que alcanzan la integración entre formas estatales y no estatales de gestión.

El sistema de bicicletas públicas y las rutas de triciclos constituyen ejemplos prácticos vinculados a la movilidad urbana a cortas distancias y sienta las bases para un sistema que abarque los 15 municipios habaneros.

Otra de las acciones de comunicación se enfoca en el desarrollo de la mujer. La preparación de cursos para obtener la licencia de conducción a fin de colocarse al volante de triciclos ya se extiende a otros medios de transporte como camiones y ómnibus, algo no frecuente hasta el momento en Cuba. La idea es posibilitar el acceso

de las mujeres a la conducción vehicular y trazar una estrategia personalizada según sus intereses y preferencias. Esto dio lugar a una nueva línea de trabajo.

Imagen 3. Participación de la mujer en el sector

En materia de género la inserción de mujeres a la conducción ha sido otro de los logros más relevantes y ya se inserta en la estrategia de género del Transporte, como sector de la economía y la sociedad. La visibilidad de las personas con necesidades especiales de sordera y ceguera resultan otros resultados relevantes del trabajo.

La estrategia de equidad de la Dirección General del Transporte de La Habana, reflejada en materiales de comunicación, es otro ejemplo, que apuesta por un enfoque inclusivo desde los proyectos de movilidad urbana implementados en la capital cubana.

5. Conclusiones

La actividad de comunicación ha mostrado su crecimiento desde su propia visión, iniciada con el proceso de reordenamiento del transporte urbano en La Habana hasta asumir nuevos conceptos que propiciaron un vuelco a la vida social de la capital cubana a través de la movilidad sostenible.

Lo útil del conocimiento es su socialización y ello se logra mediante la comunicación. De ahí la necesidad de extender y compartir saberes a fin de provocar cambios de conducta y crear en los públicos la necesidad de disfrutar de una movilidad urbana sostenible, equitativa e inclusiva a tono con el cuidado del medioambiente… La experiencia de TLP Producciones en temáticas asociadas la movilidad y el transporte y la equidad e inclusión resultan elementos esenciales para lograr buenas prácticas en materia de comunicación e intercambio con los públicos.

6. Referencias Bibliográficas

Barbero, J. M., (1998). *De los medios a las mediaciones. Comunicación, cultura y hegemonía*. Ed. Pablo de la Torriente, La Habana.

Colectivo de autores, (2006). *Vía a la Vida*. Dirección Nacional de Tránsito.

López, X., F. Galindo y M. Villar., (1998). "El valor social de la información de proximidad", En: Revista Latina de Comunicación Social número 7, de julio, Tenerife, Disponible en http://www.lazarillo.com/latina consultado en 2013.

Milán, F., (2011). "Funciones del lenguaje. Comunicación audiovisual". Disponible en http://www.ucm.es/cavp1/prof-dr-juan-benavides-delgado Consultado en abril de 2013.

Orozco, G., (1997). *La investigación en comunicación desde la perspectiva cualitativa*, Instituto Mexicano para el Desarrollo Comunitario, México D.F.

RALE, (1998). Real Academia Española, Disponible en http:*//www.ecured.cu/index.php/Real_Academia_Española*, consultado en enero de 2013.

Rusconi, C., (s/f). "Un lugar en el mundo. Significados y valoraciones de lo local". Ponencia presentada en III Jornadas Nacionales de Investigadores en Comunicación. Comunicación: campos de investigación y prácticas. Disponible en el URL: www.geocities.com, consultado en abril de 2013.

Serrano, M., (1993). *La producción social de comunicación*. Alianza Editorial S. A., Madrid.

Shoemaker, J. y Reese, D., (1994). *La mediatización del mensaje. Teorías de las influencias en el contenido de los medios de comunicación*. Ed. Diana. México D.F.

www.pendientedemigracion.ucm.es, "Historia de los medios de transporte", consultado en junio 2013.

www.piezi.com, "Evolución del transporte terrestre", consultado en junio 2013.

www.monografas.com, "La evolución del transporte terrestre", consultado en junio 2013.

MOVILIDAD DEL CUIDADO: EXPERIENCIAS EN LA CIUDAD DE LIMA

Cynthia Ximena Yamamoto Vera
Peruanos de a pie, Lima, Perú. cyamamotov@gmail.com

RESUMEN

La movilidad del cuidado parte del concepto de género, donde se aprecia que las mujeres asumen la responsabilidad de las actividades reproductivas y del cuidado, las cuales son consideradas trabajo no remunerado y que, su vez generan desigualdades económicas y sociales. A raíz de las diferentes actividades que pueden realizar hombres y mujeres (productivas, reproductivas, de cuidado o todas juntas), los viajes de las mujeres se caracterizan por estar "encadenados", es decir, están formados como una cadena de viajes. Por ello, a efectos de abordar de manera inclusiva el transporte urbano, desde los datos se identifican patrones de viaje de hombres y mujeres como movilidad del cuidado.

La movilidad del cuidado, que permite cuantificar y visibilizar los desplazamientos realizados por personas adultas para el cuidado de otras personas y el trabajo-mantenimiento del hogar.

Para el caso de Lima Metropolitana una de las principales fuentes alternativas de información sobre movilidad en la ciudad es la encuesta anual de la asociación civil Lima Cómo Vamos. Otra fuente de información sobre el reparto modal de los viajes es el estudio de línea de base realizado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del 2018.

Se busca con la presente investigación encontrar patrones de la movilidad del cuidado en Lima Metropolitana que sirvan para la toma de decisiones en cuanto a la planificación del transporte público.

1. Introduccion

Actualmente, la Organización de las Naciones Unidas calcula que el 55% de las personas en el mundo vive en ciudades y se estima que el 68% de la población vivirá en zonas urbanas de cara a 2050. Por su parte América Latina y el Caribe presentan uno de los mayores porcentajes de urbanización en el mundo, con el 81% de su población viviendo en ciudades (Naciones Unidas, 2018). En el Perú, alrededor del 77% de la población es urbana, y esta tendencia sigue en aumento durante los últimos 50 años.

En América Latina y el Caribe, más del 50% de las personas que usan del transporte público son mujeres. Sin embargo, las categorías usadas por las encuestas que miden los viajes (llamadas encuestas origen-destino), y por lo tanto la forma en que los datos son recolectados y analizados, no suelen medir de forma correcta el trabajo de cuidado. Así, los sistemas de transporte público son normalmente diseñados con base a las necesidades de los viajes de trabajo o estudio, es decir, del hogar al centro de labores o de estudios. En ese sentido, la movilidad asociada con el trabajo de cuidado no ha sido típicamente integrada en el diseño del transporte (BID, 2016).

En atención a ello, la planificación con enfoque de género es una cultura de planificación diferenciada que considera el género, la edad e intereses de grupos específicos. Por su parte, la integración de género, implica tomar en cuenta estas diferencias y las desigualdades entre mujeres y hombres en la planificación, implementación y evaluación del programa. Es así que un Plan de Acción de Género se basa en data desagregada por sexo y en análisis detallados de género y sociales que identifican desigualdades de género clave y limitaciones que una política pública buscará mejorar. (Allen, 2018)

2. Diagnóstico base

2.1 Diferencias entre los viajes entre hombres y mujeres

La movilidad está fuertemente vinculada a la actividad de los individuos y estas son principalmente dos: la actividad laboral y la actividad doméstica. Se puede, así, distinguir dos grupos sociales y por tanto tienen también pautas diferentes con relación a la movilidad: ocupados/as y amas de casa. Los primeros pueden ser hombres o mujeres, las segundas son, en su mayoría, mujeres (Tobío, 1995).

Por ello, la división sexual del trabajo ha tenido como resultado que, históricamente, el desarrollo urbano y la planificación del transporte se hayan generado tomando en cuenta las necesidades de los hombres, a pesar de que los patrones de viaje de hombres y mujeres sean distintos. Pero ésta no es la única diferencia que será importante para entender los viajes de las mujeres, sino que también hay que hablar de cómo sus oportunidades económicas y sociales influyen en sus elecciones de transporte.

La investigadora Dana Corres, ha detallado algunos de esos aspectos a considerar, tomando en cuenta el estudio de la Fundación de la Federación Internacional del Automóvil (FIA Foundation, por su nombre en inglés) y la Banca de Desarrollo de América Latina CAF "Ella se mueve segura" (Allen, 2018):

- Hombres y mujeres no tienen el mismo acceso a medios de transporte privados. En general, las mujeres poseen menos automóviles que los hombres (debido a que tienen menos poder adquisitivo para adquirirlos). Hay también algunos contextos culturales donde no está socialmente aceptado que las mujeres conduzcan vehículos automotores.
- Debido a la variedad de viajes que hacen las mujeres (y los costos de éstos) y a que los hombres tienen mayor poder adquisitivo para pagar por el transporte público, tenemos como resultado que las mujeres sean, además, quienes caminan más en sus viajes. En los países en vías de desarrollo, caminar es la primordial forma de moverse para las mujeres debido a que son viajes más cortos, a que es más fácil y a que es la forma más barata de moverse.
- Los viajes de las mujeres no son lineales y más, bien, se caracterizan por estar encadenados, tener varios destinos, ser más cortos en distancia y ser varios al día. Se relacionan con labores del cuidado y del hogar.
- Tiempo más limitado y pobre. Debido a que las mujeres hacen viajes con más variadas motivaciones (productivas, reproductivas, de cuidado), cuando los servicios de transporte son deficientes o no confiables, las mujeres optarán por eliminar tareas, debido a que ese tiempo perdido en esperar transporte o en viajes no eficientes, es tiempo que no pueden costear; es decir, elegirán trabajos cerca de casa para minimizar sus tiempos de viaje y maximizar su tiempo para realizar actividades reproductivas o del hogar/cuidado (Gordon, 1989). Esto también las llevará a buscar empleos más cerca de sus hogares (porque les implican menos tiempo de viaje), aunque los salarios sean peores y/o a integrarse a la economía informal.
- Las mujeres no viajan solas; es decir, no se trata únicamente de viajar acompañadas de niños o niñas o personas que cuidan, sino que también hay contextos sociales en los que viajar solas no es socialmente aceptable, por lo que siempre buscarán ir

acompañadas. Por otra parte, muchas veces buscarán ir acompañadas por un tema de seguridad.

- En países en desarrollo, a los usuarios y usuarias, en general, les preocupa su seguridad por motivos de asaltos o robos, sin embargo, son las mujeres viajan más estresadas, debido a que, sumado a lo anterior, sufren acoso y/o abuso sexual constante en el espacio público. Estos miedos son transmitidos a las personas que viajan con ellas, sobre todo niños y niñas, lo que significa que ellos y ellas también viajan estresados.
- El acoso y abuso sexual en el transporte público es un disuasorio para que las mujeres tomen la decisión de salir de casa.
- Las mujeres viajan menos de noche debido no sólo a la falta de transporte nocturno, sino a que es aún más inseguro.
- Las mujeres se adaptan mejor y/ o están más dispuestas a cambiar a nuevas opciones de transporte si éstas les representan una mejor opción. Según encuestas y estudios, las mujeres son usuarias que se adaptan mejor a nuevos sistemas de transporte si estos les representan mejoras en tiempo y/o seguridad.

En este sentido, la visión que prevalece acerca del consumo de servicios de transporte público en Latinoamérica asume que, como consecuencia de la división del trabajo entre hombres y mujeres en las sociedades tradicionales, las mujeres tienden a ser menos móviles que los hombres, de lo que se podría deducir que serían estos últimos quienes más utilizan el transporte público en razón de sus viajes obligados a su fuente laboral, base del sustento laboral. Sin embargo, el supuesto de la menor movilidad de las mujeres es, al menos controversial pues, aunque sus funciones básicas radiquen en las tareas del hogar, las mujeres realizan numerosos viajes relacionados con la compra de bienes y servicios (solas o en compañía de los hijos), que pueden significar una mayor cantidad de viajes por día que los realizados por los hombres, que se desplazan principalmente solo entre el hogar y el lugar de trabajo. (Rozas, 2015)

Por otra parte, en Perú, un estudio de la ONG Flora Tristán ha documentado que las mujeres evitan salir solas a la calle, hay la tendencia de salir al amparo de la luz del día, realizan actividades diarias a primeras horas de la mañana, inhiben salidas apenas empieza a oscurecer, se recluyen antes de las seis o siete de la noche y evitan caminar por lugares oscuros o solitarios. (Macassi, 2005 citada por Soto, 2017). Es decir, la preocupación por la seguridad es muy relevante al momento de tomar decisiones de movilidad.

2.2 Los motivadores de viaje

A raíz de las diferentes actividades que pueden realizar hombres y mujeres (productivas, reproductivas, de cuidado o todas juntas), los viajes de las mujeres se caracterizan por estar "encadenados", es decir, están formados como una cadena de viajes (trip chaining, por su nombre en inglés). Las mujeres realizan una serie de viajes o paradas que tienen su inicio y fin en el hogar y/o el trabajo (Corres, 2018).

Por ejemplo, en estudios realizados en Estados Unidos entre 1995 y 2001, se evidenció que en hogares con ambos padres trabajando, es más común que las mujeres sean quienes dejen a los niños y niñas en la escuela, antes de llegar al trabajo (Mc Guckin, 2005). Por ello, a efectos de abordar de manera inclusiva el transporte urbano, es sumamente importante que, desde los datos, se identifiquen los patrones de viaje de hombres y mujeres y que en las encuestas origen-destino y otras, se tome en cuenta lo que se ha denominado como movilidad del cuidado.

En España, Inés Sánchez de Madarriaga introdujo en 2009 el término movilidad del cuidado para referirse a aquellos viajes relacionados a las actividades de cuidado. Es así que, desagregando la data de los viajes realizados a través de sus motivadores, se pudo evidenciar que los viajes de cuidado representan un cuarto del total de los viajes en el transporte público (BID, 2016), como muestra el gráfico a continuación.

Figura 1: Viajes en transporte público según tipos de viaje

Fuente: Extraído de BID (2016)

Este análisis es importante porque permite que, a través de data desagregada por patrones de viajes de mujeres y hombres, se puede visibilizar un mayor número de

desplazamientos que aquellos abordados tradicionalmente por el transporte, como son el trabajo y los estudios, permitiendo un enfoque más amplio e inclusivo.

2.3 La situación de la movilidad urbana desde los desplazamientos en Lima Metropolitana y Callao

Las opciones de movilidad en Lima y Callao combinan una serie de servicios de transporte público con distintos niveles de intervención del Estado, con modalidades no motorizadas y vehículos privados. Según las estimaciones del Informe de Observancia Situación del Transporte Urbano Lima y Callao-2018 de la Fundación Transitemos, se realizan aproximadamente 26'709,000 viajes diarios en Lima Metropolitana y Callao.

Es así como la gran mayoría de personas (72,7%) se moviliza principalmente en transporte público (incluyendo colectivos y mototaxis) de acuerdo con la encuesta de Lima Cómo Vamos 2022. La oferta de transporte público está compuesta primordialmente por buses de baja capacidad, custers y combis que se mantienen como consecuencia de la liberalización del servicio de transporte público de los 90s y la importación de vehículos usados. Medidas que fueron implementadas con el fin de aumentar la oferta. Como explica Bielich (2009), este sistema se caracteriza por la tercerización de los permisos sobre las rutas que hasta la fecha han sido otorgados por la Municipalidad Metropolitana de Lima o la Municipalidad Provincial del Callao, según corresponda. La tercerización trajo como consecuencia la desprotección de los trabajadores del sistema cuyo ingreso está determinado por el número de pasajeros, lo que ha llevado a una competencia desmedida y peligrosa.

A pesar de ello, actualmente este sistema regular y de baja capacidad es utilizado como medio principal para ir a trabajar o estudiar por el 59,5% de limeños y al 49,7% de chalacos (LCV 2022).

Por otro lado, tenemos a los servicios de transporte público masivos: el Metropolitano y la línea 1 del Metro de Lima y Callao, a cargo de la Autoridad de Transporte Urbano (ATU). Ambos empezaron a operar en el 2011 y tienen una sola línea que va de norte a sur y de noreste a sur respectivamente. Actualmente, se ha entrado en fase pruebas cinco estaciones de la segunda línea del Metro, pero se proyecta que empezará a funcionar en el 2028 por las demoras en las expropiaciones de terrenos.

De acuerdo a la encuesta de LCV 2022, el Metropolitano es usado como medio principal por el 2% de limeños y 1,5% de chalacos, y el Metro de Lima por el 2,2% de los habitantes de Lima, y 1,1% de los chalacos. Esta diferencia amplia se debe

probablemente a la ubicación de dichos sistemas que no benefician al Callao directamente.

A dichos servicios, se les suma los corredores complementarios, también hasta la fecha a cargo de ATU. Los corredores son operados por consorcios que han ganado la licitación sobre la ruta y ofrecen el servicio con buses de mediana o alta capacidad. Actualmente, están funcionando tres corredores, los cuales son usados como medio principal por 1,2% de los limeños y por 0,9% de los chalacos, considerando que solo una ruta llega bordeando el Callao.

Por otra parte, tenemos los mototaxis que están a cargo de las municipalidades distritales, por lo que solo pueden moverse dentro de un distrito determinado y su nivel de formalización varía mucho entre un distrito y otro. Los mototaxis suelen usarse para viajes cortos o para conectarse con otros sistemas de transporte. Su uso alcanza al 4,5% de limeños y al 6,2% de chalacos (LCV 2022).

Finalmente, tenemos el sistema informal, el cual también surge con la liberalización del sistema de transporte público y tiene como su figura más emblemática actualmente a los colectivos. Estos son usados como medio principal por el 3,3% de los habitantes de Lima y por el 0,8% del Callao.

A dichos servicios se les suman los taxis, cuyos permisos de operación –a la fecha- son otorgados por la ATU, pero que actualmente no solo ofrecen su servicio desde la calle, sino a través de aplicaciones (ver Tabla 1).

Tabla 1: ¿Cómo se moviliza usted principalmente dentro de la ciudad para ir a su trabajo, oficina o centro de estudio?

Modo	Promedio Lima y Callao
Combi o custer	33.5%
Bus	26.1%
Automóvil propio	11.3%
Camino o voy a pie	9.0%
Mototaxi	5.3%
Taxi	3.9%
Bicicleta	2.6%
Colectivo	2.0%
Motocicleta propia	1.9%
Metropolitano	1.8%
Metro de Lima	1.7%
Corredores Complementarios	1.0%

Fuente: Elaboración propia en base a Encuesta de Lima Cómo Vamos 2022

2.4. Empoderamiento económico de mujeres de Lima y Callao, su transporte y la movilidad del cuidado

Las mujeres en el Perú están insertadas en el mercado laboral (formal e informal) en mayor medida que en muchos países de Latinoamérica. De acuerdo con información de CEPAL 2013, la participación laboral femenina llega al 66,8% en Perú, frente a 56% en Colombia y 42,3% en Chile. En el caso de Lima Metropolitana, la Encuesta Nacional de Hogares 2022, nos señala que frente a la pregunta de si trabajó la semana pasada, el 55,3% de mujeres de 21 años a más señaló que sí frente a 77,3% de hombres.

A pesar de la importante inserción laboral de las mujeres, la carga sobre las labores del hogar continúe estando sobre ellas. En la Encuesta del Uso del Tiempo 2010 realizada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática en convenio con el Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables se registró que, en zonas urbanas, la carga total de trabajo (actividades remuneradas más actividades no remuneradas) de las mujeres es de 76 horas y 6 minutos a la semana, frente 67 horas y 30 minutos de los hombres. En específico, las mujeres urbanas dedican en promedio 39 horas y 3 minutos a actividades no remuneradas, mientras que los hombres tan solo 14 horas y 29 minutos.

En términos de movilidad, esto significa, como hemos visto en secciones previas, que las mujeres suelen realizar viajes con un mayor número de paradas e interconexiones que los hombres, dado que tienen la responsabilidad sobre una serie de actividades ligadas al cuidado y la atención del hogar, tales como realizar compras y pagos, llevar a los hijos al colegio, llevar a personas bajo su cuidado a centros de salud o a realizar otras actividades (terapias, talleres, etc.). En este sentido, la encuesta de Lima Cómo Vamos 2022 introduce una pregunta sobre razones para movilizarse fuera del hogar que no sean trabajo o estudio, cuyos resultados promediados entre Lima y Callao se presentan en la Tabla 2 y confirman lo señalado:

Tabla 2: Sin considerar viajes por trabajo o estudio, en la última semana: ¿usted se ha movilizado de su hogar por…?

Razones	***Hombre***	***Mujer***
Compras para el hogar	71,8%	85,7%
Realizar alguna visita	46,8%	42,2%
Recreación / comer / tomar algo / hacer deporte	54,2%	37,0%
Trámites personales	27,8%	26,4%
Asistencia médica	24,9%	34,6%
Dejar o recoger a niños de su hogar	25,9%	42,2%

Fuente: Elaboración propia en base a Encuesta Lima Cómo Vamos 2022

Siguiendo el concepto de "movilidad del cuidado" de Inés Sánchez de Madariaga recogido por Allen (2018, p. 31), consideraremos las labores de cuidado como un bloque. Aunque no se conoce precisamente cuánto del tiempo dedicado a las actividades es dirigido exclusivamente para labores de cuidado, podemos hacer una agrupación general considerando las compras para el hogar, la asistencia médica y dejar o recoger a niños de su hogar. No incluimos "acompañar a alguien", aunque es probable que en algunos casos esté relacionada con el cuidado también.

Las Figuras 2.1 y 2.2 (las cuales ponderan los porcentajes en base al total del tiempo dedicado a viajes que no son de trabajo o estudio) muestran cómo cambia la percepción sobre el balance entre las actividades al agrupar las labores de cuidado, en comparación con cómo se presentan los datos habitualmente.

Figura 2.1 Datos de movilidad recolectados de forma tradicional

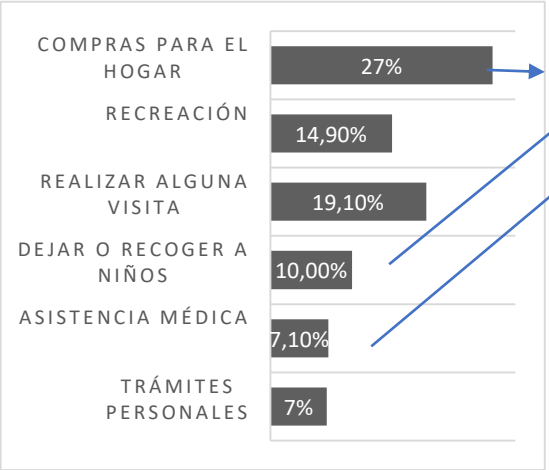
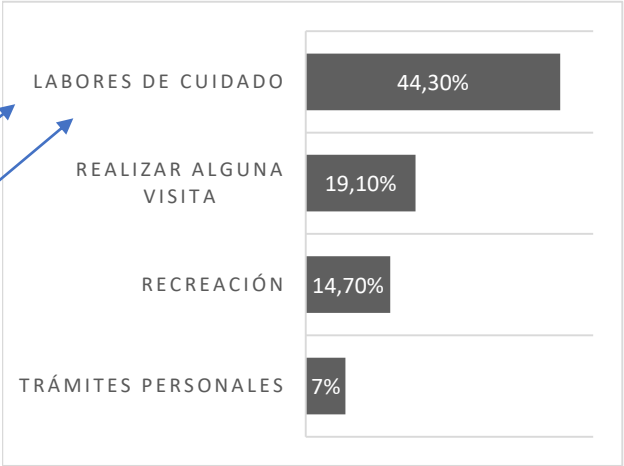


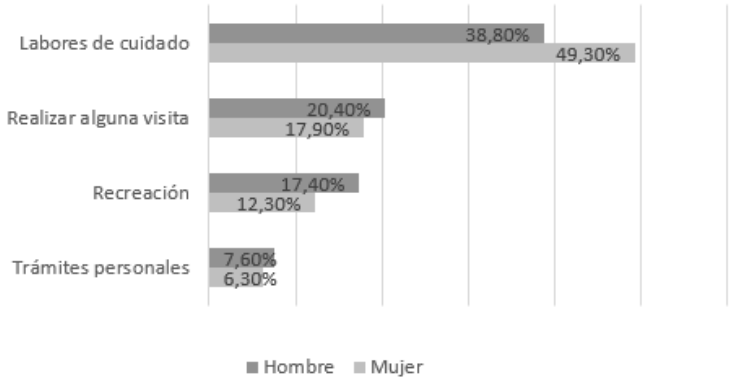
Figura 2.2 Datos de movilidad usando el concepto de "movilidad del cuidado"



Fuente: Elaboración propia en base a Encuesta de Lima Cómo Vamos 2022

Al dividir por género, usando también datos ponderados en base al total de viajes que no son por trabajo o estudio, observamos que las mujeres se movilizan el 49,3% de las veces para realizar labores de cuidado, frente al 38,8% de los hombres, como muestra la Figura 3:

Figura 3: Movilidad del cuidado por género



Fuente: Elaboración propia en base a Encuesta de Lima Cómo Vamos 2018

En resumen, podemos señalar que con relación a los distintos modos que hombres y mujeres utilizan en su recorrido diario para trabajar o estudiar:

- Los medios regulares (buses, custers y combis) son utilizados por el 75% de limeños y chalacos.
- Aunque no se ve mayor diferencia en el uso de medios regulares, se observa que las mujeres del Callao utilizan los buses en mayor medida que los hombres.
- El Metropolitano y los Corredores Complementarios son utilizados por un mayor porcentaje de mujeres que de hombres.
- Ambos servicios son valorados por su rapidez y cobertura. Adicionalmente, las mujeres valoran el orden y la seguridad de los Corredores Complementarios.
- Tan solo 7% de mujeres de Lima y Callao se movilizan en vehículos propios, frente al 18% de hombres. La mayor diferencia se da en el Callao.
- Las mujeres caminan más que los hombres, sobre todo en el Callao, donde es utilizado como medio principal por el 21,9% de mujeres, muy por encima del promedio de Lima.

3. Referencias Bibliográficas

Allen H., Pereya L, Sagaris L, Cardenas G. (2018). She moves Safely. United Kingdom: FIA FOUNDATION RESEARCH SERIES.

Banco Interamericano de Desarrollo – BID (2016). El porqué de la relación entre género y transporte.

Banco Mundial (2017). Sustainable Mobility for All. 2017. Global Mobility Report 2017: Tracking Sector Performance. Washington DC.

Banco de Desarrollo de América Latina - Cooperación Andina de Fomento – CAF (2017). Crecimiento urbano y acceso a oportunidades: un desafío para América Latina.

Galiani, S., Jaitman, L. (2016). El transporte público desde una perspectiva de género. Percepción de inseguridad y victimización en Asunción y en Lima (Nota técnica del BID; 1124)

Falú, Ana (2015). Documentos preparatorios hacia la conferencia internacional de Hábitat III. Revista Vivienda y Ciudad, 2. Diciembre 2015. Revistas de la Universidad Nacional de Córdoba.

Fundación Transitemos (2018). Informe de Observancia Situación del Transporte Urbano Lima y Callao-2018

Lima Como Vamos (2018). Encuesta Lima Cómo Vamos 2018. IX Informe de percepción sobre calidad de vida en Lima y Callao.

Macassi, Ivonne (coord.). 2005. El miedo a la calle: la seguridad de las mujeres en la ciudad. Lima, Centro de la Mujer Peruana Flora Tristán

McGuckin, N., Zmud, J., & Nakamoto, Y. (2005). Trip-Chaining Trends in the United States: Understanding Travel Behavior for Policy Making. Transportation Research Record, 1917(1), 199–204. https://doi.org/10.1177/0361198105191700122

Naciones Unidas (2016). Resolución 71/256 Resolución aprobada por la Asamblea General el 23 de diciembre de 2016, Nueva Agenda Urbana (A/RES/71/256).

ONU Mujeres, Glosario de Igualdad de Género del Centro de Capacitación de ONU Mujeres. Recuperado de https://trainingcentre.unwomen.org/mod/glossary/view.php?id=150&mode=letter el 27 de diciembre de 2023

Osorio, S. (2018). Acoso de las Mujeres en transporte púbico. Lima, GiZ Perú (sin publicar).

Rozas, P, Salazar, L. (2015). Violencia de Género en el Transporte Público, una regulación pendiente. Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Soto, P., Aguilar, A., Gutierrez, E., Castro, C. (2017) Evaluación de impacto del programa "Viajemos Seguras de la Ciudad de México" (Nota Técnica del BID; 1305). Ciudad de México, Banco Interamericano de Desarrollo.

Tobío, Constanza. (1995): Estructura urbana, movilidad y género en la ciudad moderna. Boletín CF+S, 13. Julio 2000. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Universidad Politécnica de Madrid

PARTICIPACION DE USUARIOS EN EL DISEÑO DE RUTAS DE TRANSPORTE PÚBLICO. CASO ESTADO MIRANDA, VENEZUELA.

Eliana León
Universidad Simón Bolívar, Venezuela. elianaleon@usb.ve

Rosa Virginia Ocaña O.
Universidad Simón Bolívar, Venezuela. rocana@usb.ve

Gabriela Zella de Llavaneras
Consultora GZLl. gllavaneras@gmail.com

RESUMEN

El servicio de transporte público es fundamental para que las ciudades funcionen. En las ciudades venezolanas, dicho servicio es bastante deficiente. Para atender la pésima situación del servicio se han implantado acciones como crear operadoras públicas e incorporar a los ciudadanos en diversas actividades de planificación y gestión del servicio. Durante el segundo trimestre del año 2022, se llevó a cabo una experiencia de diseño de rutas de transporte público con participación de los usuarios en la región Altos Mirandinos (AM) del Estado Bolivariano de Miranda en 15 comunidades de 3 municipios. Esta experiencia la realizó la Secretaría Coordinadora del Derecho a la ciudad, con el fin de conocer de primera mano las necesidades de los usuarios y buscar optimizar el uso de los recursos acotados con los que cuenta la Gobernación de ese Estado para el servicio de transporte público. En este trabajo se presenta la experiencia ocurrida en 7 comunidades localizadas en 2 municipios de la región AM, mostrando tanto la metodología utilizada, como la descripción del proceso desarrollado y los resultados obtenidos.

1. Introducción

El servicio de transporte público es fundamental para que las ciudades funcionen. Venezuela es un país en el cual el servicio de transporte público urbano se ha caracterizado por presentar importantes rasgos de informalidad y es operado mayoritariamente por privados. La prestación del transporte público presenta muy bajo nivel de servicio y costos operativos relativamente elevados por su forma de organización y de funcionamiento. También es inadecuado y no acorde con las necesidades de movilización de la población y con la dinámica de las ciudades. La regulación de este servicio público es impropia pues existe múltiples instituciones que intervienen sin coordinación o armonización de acciones, superposición de poderes en ciertas labores, vacíos legales entre otras. Asimismo, la capacidad financiera de todos los actores del sistema es bastante limitada.

Venezuela es un país en el cual no se producen vehículos de transporte público. Tan solo, en algunos momentos de su historia, se han ensamblado dichos vehículos, fundamentalmente como resultado de acuerdos con otros países. Así que, en esa materia, existe una dependencia total del exterior. Además de esas circunstancias, en Venezuela, como país petrolero (rentista), se carece de cultura del mantenimiento.

En el servicio de transporte público, prestado mayoritariamente por organizaciones privadas y algunas operadoras públicas (como TransMiranda), las rutas son definidas y diseñadas por los operadores del servicio y por las direcciones de transporte y movilidad de los municipios. Desde los años 2000, en el marco de la renovación del estado venezolano, se introdujo la participación de la gente en los gobiernos locales.

Para atender la pésima situación del servicio y tratar de solventar, desde distintos niveles de gobierno y diferentes organismos, se han desarrollado e implantado acciones y medidas en el marco de las políticas públicas en transporte urbano y materias colaterales. Una de esas acciones ha sido la creación operadoras públicas, con el fin de mostrar el ejemplo de cómo prestar un buen servicio.

En ese marco se creó Movilidad Miranda CA (llamado comercialmente TransMiranda), operadora de transporte del Estado Bolivariano de Miranda, la cual nació en el año 2018. Para atender la difícil situación del servicio de transporte público en esa entidad, la Gobernación del Estado Bolivariano Miranda, a través de la Secretaría Coordinadora del Derecho a la Ciudad decidió en 2022, incorporar a los usuarios en el diseño de sus rutas que atienden la zona de los Altos Mirandinos.

El objetivo de este trabajo es presentar la experiencia y los resultados obtenidos en el proceso de participación de la ciudadanía en el diseño de rutas de transporte público en 7 comunidades localizadas en el estado bolivariano de Miranda.

2. La participación de los usuarios en TPU

La participación ciudadana en los servicios públicos parte de un enfoque valioso que busca mejorar la calidad y eficiencia de éstos al identificar necesidades específicas y desafíos, generar conexión, sentirse parte activa de los procesos, entre otras. Una definición operativa de participación ciudadana puede ser caracterizarla como un proceso mediante el cual la ciudadanía interviene individual o colectivamente, en las instancias de toma de decisiones sobre asuntos públicos que le afectan en lo político, económico y social como medio para el logro de objetivos de desarrollo y bienestar colectivo. (Delgado, 2004)

Ante la crisis del Estado venezolano evidenciada entre otras manifestaciones en el estancamiento de los gobiernos municipales y la ineficiencia de los servicios que el gobierno estaba obligado a prestar a finales de la década de los 80's del s. XX y en la década posterior se pudo materializar o justificar la necesidad de implantar un modelo que convirtiera a la Administración Pública en un ente más flexible, más innovador y eficiente. Un modelo que permitiera demostrar la capacidad de gestión y de obtención de resultados. Dicho modelo se concretó en la descentralización concebida como "el proceso mediante el cual se transfiere poder político, desde el gobierno central, a instancias del Estado cercanas a la población, dotadas de independencia administrativa y legitimidad política propia." (Granier, 2004) El concepto es sencillo, bajo la hipótesis de que puede existir una estrecha relación entre administración y administrados y, por ende, una mayor eficiencia en los servicios públicos si acercamos la administración a los ciudadanos, pues el poder residirá en entes más cercanos a ellos logrando de esta manera una atención más directa y eficiente.

A menudo se señala como el principal problema de la planificación urbana, el ordenamiento territorial y de otros ámbitos de políticas públicas tales como la planificación y gestión de transporte la imposición de arriba hacia abajo de un entorno determinado por planificadores tecnócratas. Entonces, siempre se piensa que "la" solución a este problema es encontrar formas más genuinas de participación comunitaria desde abajo hacia arriba en la evaluación de proyectos y programas de los entes públicos. (Birkeland, 1999)

La experiencia en Venezuela ha evidenciado un fracaso casi absoluto de los sistemas de gerencia urbana, en especial a nivel municipal para resolver conflictos y lograr

concretar proyectos óptimos desde una óptica social y ambiental y se ha demostrado que cambiar esta situación no depende exclusivamente de mayor participación. El incorporar formas de participación ciudadana más dotadas de sentido a procesos existentes, aunque es importante, puede estar disfrazando la necesidad de reformas institucionales más profundas que aquellas ya iniciadas a partir de la nueva Constitución de 1999 y subsecuentes leyes.

La discusión sobre el diseño de estructuras y procesos de participación para el área de transporte ha sido nuestro principal interés para ahondar en este tema pues el fin último es acercarse progresivamente a implementar estrategias y prácticas que den prioridad al nivel personal en las relaciones ciudadano - Estado, que busquen obtener información sobre preferencias y valores y mejoren el valor de la experiencia participativa en los actores involucrados, tanto de la comunidad como de los entes privados y gubernamentales.

La participación de los usuarios de los servicios urbanos en su planificación y gestión ha abierto la posibilidad de introducir, en esos dos procesos, nuevos elementos que provienen de una perspectiva más amplia y distinta a la técnica: el punto de vista de quien vive y padece los problemas en el día a día.

La participación de los usuarios en el diseño de rutas de transporte público busca:

- Mejora de Diseño y Planificación: Al involucrar a los ciudadanos en el proceso de diseño y planificación de rutas, se pueden identificar necesidades específicas y desafíos locales. Esto permite crear sistemas de transporte más adaptados a las demandas de la comunidad.
- Mayor Aceptación y Uso: Cuando los usuarios participan activamente en la toma de decisiones, se sienten más conectados al sistema de transporte. Esto aumenta la aceptación de las rutas propuestas y fomenta su uso.
- Identificación de Problemas: Los ciudadanos pueden señalar problemas en las rutas existentes, como paradas mal ubicadas, falta de accesibilidad o congestión. Su retroalimentación ayuda a corregir deficiencias y optimizar el servicio.
- Eficiencia y Sostenibilidad: La participación ciudadana contribuye a la eficiencia del transporte público. Al considerar las opiniones de los usuarios, se pueden diseñar rutas más directas y eficientes, lo que reduce los tiempos de viaje y la congestión.
- Transparencia y Confianza: Involucrar a los ciudadanos crea un ambiente de transparencia y confianza. Los usuarios se sienten informados y parte activa del proceso, lo que fortalece la relación entre la comunidad y las autoridades de transporte.

En materia de transporte urbano, existe una experiencia de participación ciudadana en el Área Metropolitana de Caracas, interesante a reseñar en este trabajo. Se trata de las Mesas Técnicas de Transporte, activadas en la Alcaldía Metropolitana de Caracas (organismo metropolitano que ya no existe), en el año 2005, con el fin de "coadyubar en la búsqueda de soluciones a los problemas de transporte urbano del Distrito Metropolitano de Caracas de forma novedosa, al articular las experiencias, conocimientos y aportes de usuarios, transportistas, vecinos y técnicos en su diagnóstico y en la programación y planificación de acciones correctivas, bajo una visión integral del sistema de transporte urbano. Fueron concebidas como la oportunidad de iniciar una experiencia de participación ciudadana en la gestión de políticas públicas en materia de transporte público, que responde al nuevo marco constitucional y legal venezolano en el cual la participación ciudadana es parte una democracia efectiva, en la cual se promueva el ejercicio de corresponsabilidad comunidad-gobierno en la toma de decisiones para la construcción de ciudad" (Ocaña, 2007).

Las Mesas Técnicas de Transporte (MTT) fueron un espacio y mecanismo organizado de participación comunitaria para la gestión del transporte, en el cual se articulan armoniosamente el conocimiento de las comunidades, de su hábitat, sus necesidades y los operadores de transporte, con la información y calificación técnica de los trabajadores, técnicos y profesionales de la Alcaldía Metropolitana para mejorar la situación del transporte. Las MTT fueron conformados por tres grupos de actores identificados como usuarios-vecinos, transportistas y autoridades quienes tienen como funciones diagnosticar, proponer, supervisar y capacitarse para coadyuvar en la mejora de las condiciones del sistema de transporte urbano en la ciudad de Caracas y cuyas actividades se desarrollarán bajo el abrigo institucional de la Alcaldía Metropolitana a través de INMETRA y las Casas del Poder Popular, en cooperación con otras instituciones.

En las MTT se desarrollaron diagnósticos participativos en 6 zonas de Caracas, los cuales fueron fundamentales para identificar y caracterizar las situaciones siguientes:

- Problemas de transporte público: cumplimiento de horarios y rutas establecidas, condiciones de las unidades, trato al usuario, inseguridad, paradas, tiempos de espera.
- Problemas de tránsito: fases de semáforos, obstáculos en la vía, señalización.
- Problemas de vialidad: demarcación, problemas de asfaltado, huecos, drenajes.
- Problemas de atención al usuario en instituciones: abusos policiales o funcionarios públicos, accidentes con peatones.

Los diagnósticos participativos dieron lugar al diseño e implantación de proyectos en respuesta a los problemas reconocidos. Asimismo, se desarrollaron acciones de supervisión y seguimiento por parte de los organizamos de los gobiernos municipales y metropolitano acompañados por ciudadanos. Por otra parte, se llevó a cabo la capacitación de usuarios para mejorar los diagnósticos, supervisión y seguimientos.

3. La experiencia de Miranda

En el Estado Bolivariano de Miranda (Venezuela), durante el segundo trimestre del año 2022, se llevó a cabo una experiencia de diseño de rutas de transporte público con participación de los usuarios en la región Altos Mirandinos (AM). Esta experiencia la realizó la Secretaría Coordinadora del Derecho a la Ciudad, para la operadora pública Movilidad Miranda, con el fin de conocer de primera mano las necesidades de los usuarios, atender a éstas y buscar, en cierta manera, optimizar el uso de los recursos acotados con los que cuenta la Gobernación del Estado Miranda para el servicio de transporte público.

En este trabajo se presenta la experiencia ocurrida en 7 comunidades localizadas en 2 municipios de la región AM, mostrando tanto la metodología utilizada, como la descripción del proceso desarrollado y los resultados obtenidos.

La región Altos Mirandinos cuenta con una población de trescientas ochenta y un mil (381.000) personas (INE, Censo 2007). Se caracteriza por ser una de las zonas dormitorio de Caracas, al presentar una alta demanda de viajes hacia y desde la ciudad capital. El sistema de transporte público existente en la región para el año 2013, según datos del documento "Lineamientos Plan Rector de Transporte y Movilidad RMC", generaba alrededor de 22.800 viajes diarios en transporte público entre los Altos Mirandinos y Caracas, número que se mantiene hoy día, luego de dos años de paralización del país a causa de la pandemia Covid 19. Sin embargo, la oferta del servicio por parte de los operadores privados disminuyó de manera significativa, como consecuencia de la pandemia, con importantes consecuencias para los usuarios.

En ese contexto, y con marcadas limitaciones para la adquisición de nuevos vehículos o el aumento de la flota de la operadora pública llamada Movilidad Miranda, se planteó consultar a los usuarios de sus servicios de transporte público para la definición de nuevas rutas, acordes con sus necesidades de movilidad cotidiana.

Este trabajo presenta los casos de las comunidades correspondientes a los Municipios Los Salias y Carrizal. El trabajo partió del levantamiento y procesamiento de

informaciones sobre transporte directamente en las fuentes primarias, como lo son las propias comunidades.

La Secretaría Coordinadora del Derecho a la Ciudad del Estado Bolivariano de Miranda realizó el estudio, a través de una firma de expertos en transporte y movilidad. Los expertos comenzaron por identificar las comunidades y los comités de usuarios existentes en ellas, y preparar los materiales necesarios para la realización de las reuniones. Seguidamente, se organizaron reuniones para comunicar el objetivo de la experiencia a realizar. Las comunidades y comités de usuarios de las actuales rutas convocados de presentan en las tablas siguientes:

Tabla 1: Comunidades por municipio

Comunidades	MUNICIPIO LOS SALIAS	Las Minas/ Zona Industrial
		El Faro
		Altos de Quintana
		El Limón
		Manga de Coleo/ Colinas de San Antonio
		El Refugio
	MUNICIPIO CARRIZAL	Carrizal, Villa Josefina, Sector La Vaquera

Tabla 2: Comités de usuarios Transmiranda por ruta

Nº	MUNICIPIO	RUTAS	ORIGEN	DESTINO	Nº DE UT	TIPO DE UT	VOCEROS COMITÈ DE USUARIOS		
1	LOS SALIAS	LAS MINAS	ROSAUTO PARTE BAJA	COMUNIDAD LAS MINAS	1	7 mts	DULCIA BENITEZ	12.245.524	0426-316-87-31
2	LOS SALIAS	POTRERO GORDO	PUEBLO DE SAN ANTONIO	COMUNIDAD DE POTRERO GORDO	1	7 mts	MARTHA LENIA	16.554.757	0426-105-91-22
3	LOS SALIAS	EL CUJI	PUEBLO DE SAN ANTONIO	EL CUJI - FIGUEROA	1	7 mts/ 8 mts / Encava	ALBA DIAZ		0412-3915019
4	LOS SALIAS	EL AMARILLO	COMUNIDAD DEL AMARILLO	LA ROSALEDA	1	7 mts/ 8 mts / Encava	VERONICA MANRIQUE	8.678.532	0412-5580440
5	LOS SALIAS	QUINTANA	LA ROSALEDA	COMUNIDAD DE QUINTANA	1	7 mts/ 8 mts / Encava	ROSAURA TORO	12.877.307	0424-1351045
6	CARRIZAL	CARRIZAL	TERMINAL DE LOS LAGOS	QUEBRADA HONDA	1	7 mts/ 8 mts / Encava	ORLIMIR BELLO	13.510.167	0424-1110086
7	CARRIZAL	LA LADERA	ESTACIÓN AU PRIMERA	LA LADERA - MATERNIDAD DE CARRIZAL	1	7 mts/ 8 mts / Encava	JOSE LUIS BAEZ	6.162.856	0414-225-92-97

Paralelamente, se llevó a cabo el diseño de la encuesta que se utilizó para realizar los levantamientos de informaciones. El objetivo de la encuesta fue recabar información en cada una de las 7 comunidades estudiadas, acerca del origen y destino de viajes, los días de la semana en que se usa el servicio de transporte público, los tiempos de espera en paradas, conocer si se realizan o no transbordos y donde se llevan a cabo éstos, el motivo de los desplazamientos, las horas en las cuales se realizan los viajes, el tiempo que duran los viajes, como consideran los usuarios la calidad del servicio y

cuales mejoras propondrían para el servicio en su comunidad. El formulario de encuesta comprendió 14 preguntas.

El equipo de expertos organizó y realizó reuniones en cada una de las 7 comunidades para identificar las personas que pudieran realizar los levantamientos de información y llevar a cabo su capacitación para la aplicación de las encuestas.

Posteriormente, se procedió a procesar la información obtenida sistematizándola, lo cual permitió conocer los patrones de viaje y las condiciones actuales del servicio de transporte público urbano en las comunidades de los Municipios Los Salias y Carrizal. En el caso del Municipio Carrizal, tan solo se encuestó a una comunidad, razón por la cual los patrones de viaje resultantes no pueden ser considerados como válidos para todo el municipio.

En total, se aplicaron 858 encuestas y los resultados obtenidos señalan no solo lo obvio, que se requiere aumentar la flota de vehículos de transporte público, sino que además es menester aumentar la capacidad de los vehículos, disminuir los tiempos de espera en terminales y paradas, crear rutas expresas en horas punta, entre otras.

Los resultados obtenidos se resumen en la tabla siguiente, y plantean que es imprescindible cambiar los criterios de operación que se han utilizado hasta ahora, en términos de aumentar frecuencias de viajes en horarios picos matutinos y vespertinos, reestructurar recorridos, modificar la localización y el número de paradas e incrementar la flota de cada ruta.

Asimismo, los usuarios de las 7 comunidades encuestadas plantearon la necesidad fundamental de construir y realizar trabajos de mejoras en la infraestructura de transporte (paradas, terminales, intercambiadores, entre otros).

Otros de los resultados obtenidos bosquejan la necesidad de crear nuevas rutas, de ser posible con vehículos de mayor capacidad, algunas de ellas de carácter alimentador del Metro de Los Teques, para disminuir tiempos de viaje y de espera.

Es importante resaltar que, en las comunidades objeto de estudio, las rutas de transporte público son atendidas mayoritariamente por organizaciones privadas, sin embargo, existe presencia de operadoras públicas cuyo servicio es incipiente.

Tabla 3: Resultados de encuestas por comunidad

Destino	% de viajes de lunes a viernes	Tiempo de espera en paradas	Zonas de trasbordo	Motivo viaje	Hora del viaje	Tiempo de viaje	Calidad del servicio
31% Los Teques, 26% San Antonio, 19% Caracas	70%	60 minutos 34%	Galerías, Redoma SA, Pueblo SA, La Cascada	66% trabajo, 25% otros, 9% estudio	6:00-6:30:50% 6:31-7:00:29% 7:01-8:00:21%	30 minutos: 44% 1 hora: 30% Mas de 1 hora: 26%	86% Malo, 12% Regular
29% Av Perimetral SA, 21% Los Teques , 19% Pueblo SA	51%	30 minutos 47%	El Picacho, Redoma SA	65% trabajo, 19% otros, 16% estudios	6:00-6:30:25% 6:31-7:00:43% 7:01-8:00:32%	30 minutos: 30% 1 hora: 41% Mas de 1 hora: 21%	98% No hay, 2% Malo
35% Pueblo SA, 19% CC Galerías, 18% Los Teques	45%	45 minutos 55%	Pueblo SA, Redoma SA	64% trabajo, 19% otros, 11% salud, 6% estudio	6:31-7:00:40% 7:01-8:00:26% después de las 8:01:14%	30 minutos: 13% 1 hora: 48% Mas de 1 hora: 26%	89% Regular a Malo 11% Bueno
37% Av Perimetral SA, 22%Pueblo SA, 20% Club de Campo	50%	30 minutos 56%	SI	71% trabajo, 17% estudio, 10% otro	6:00-7:00:36% 7:01-8:00:38% después de las 8:01:26%	30 minutos: 36% 1 hora: 26% Mas de 1 hora: 12%	81% Regular a Malo 19% Bueno
35%Pueblo SA, 19% Los Teques, 15% Caracas	67%	30 minutos 70%	Pueblo SA, Redoma SA, Av. Perimetral	61% trabajo, 22% estudio, 14% otros	6:00-7:00:50% 7:01-8:00:20% después de las 8:01:30%	30 minutos: 52% 1 hora: 26% Mas de 1 hora: 15%	41% Malo, 52% Regular, 7% Bueno
65% Pueblo SA, 26% Las Minas, 9% Terminal Los Lagos	57%	45 minutos 41%	Pueblo SA, Av. Perimetral	59% trabajo, 38% otros, 3% salud	6:00-7:00:38% 7:01-8:00:31% después de las 8:01:31%	30 minutos: 48% 1 hora: 52%	100% Regular
31% Los Teques, 25% Caracas, 16% San Antonio	51%	45 minutos 42%	Redoma SA, Carrizal-La Cascada, Centro LT	47% trabajo, 34% otros, 19% estudio	6:00-6:30:19% 6:31-7:00:47% 7:01-8:00:34%	30 minutos: 17% 1 hora: 30% Mas de 1 hora: 26%	74% Muy Malo, 24% Malo, 2% Regular

Ante la pregunta de cuales mejoras incorporarían al servicio de transporte público, las personas respondieron mayormente a la medida de incorporar más vehículos en las actuales rutas establecidas, seguida de poner en operación rutas expresas, crear más rutas, incorporar vehículos de mayor capacidad, reparar la vialidad usada por el servicio de transporte público, dar cumplimientos a los horarios de servicio establecidos y mejorar el alumbrado en paradas y vías usadas por las rutas de transporte.

El proyecto finalizó con el diseño de 27 nuevas rutas que responden a los patrones de viaje más recurrentes, las cuales toman en consideración las dificultades planteadas para la realización de trasbordos, por lo que, además de la creación de nuevas rutas, es necesario diseñar y crear espacios e infraestructuras destinadas a organizar esos intercambios.

La imagen siguiente muestra el trazado de una de las rutas diseñadas en el proceso participativo desarrollado en el municipio Carrizal.

Figura 1: Ruta Los Teques-Villa Fresca

4. Conclusiones

La participación de los usuarios de los servicios urbanos en su planificación y gestión ha abierto la posibilidad de oír y considerar el punto de vista de quien vive y padece los problemas en el día a día.

En Venezuela, en materia del servicio de transporte público, se conocen 2 experiencias de participación: las Mesas Técnicas de Transporte del área metropolitana de Caracas del año 2006 y el diseño de rutas de transporte público del Estado Bolivariano Miranda del año 2022.

Ambas experiencias incluyeron la realización de diagnósticos participativos de la situación del servicio en zonas o comunidades. Los resultados de esos diagnósticos demuestran que los servicios son deficientes y no atienden a las necesidades de los ciudadanos.

La experiencia del año 2022 llevada a cabo por la Secretaría Coordinadora de Servicios Públicos y Derecho a la ciudad del Estado Bolivariano de Miranda, concluyó con el

diseño de rutas de transporte público para 7 comunidades de 2 municipios de los Altos Mirandinos que serán tomadas en consideración para implementarlas mediante la operadora pública Movilidad Miranda (TransMiranda).

5. Referencias Bibliográficas

Birkeland, Janis. (1999). "Community participation in urban project assessment (an ecofeminist analysis)" en Brian Martin (ed.), Technology and Public Participation Wollongong, Australia: Science and Technology Studies, University of Wollongong.

Consultora GZLl, (2022). Diseño de rutas alimentadoras Altos Mirandinos. Informe II. Municipios Los Salias y Carrizal.

Delgado, José Gregorio. (2004). Transparencia, contraloría social y participación ciudadana en los asuntos públicos. Leyes para su defensa.

Granier P. María Clara. (2004) "Democracia, Participación ciudadana y referendos". En: www.alcaldiachacao.gov.ve, 2004.

Ocaña O., R.V., & Abache, M. (2007). "Mesas Técnicas de Transporte: instrumento de participación ciudadana" en CIUDADES N° 75.

PLAN DE MOVILIDAD SUSTENTABLE DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA -ARGENTINA- EJEMPLO DE MOVILIDAD E INCLUSIÓN EN UNA CIUDAD INTERMEDIA.

Alcira Brizuela
Secretaría De Transporte y Movilidad, Gobierno De La Provincia De La Rioja, Argentina.
alcirabrizuela@gmail.com

Cecilia Marina Peralta
Secretaría De Transporte Y Movilidad, Gobierno De La Provincia De La Rioja, Argentina.
arquitectaperalta@hotmail.com

1. Subsistema Social

La ciudad capital de La Rioja tiene una población de 212.225 habitantes (Censo INDEC 2022, resultados provisionales) y ha demostrado un mayor dinamismo en los últimos años en cuanto al crecimiento demográfico. Tuvo crecimientos intercensales muy altos. En el período 1911-2001 el incremento poblacional fue de un 38,12% y en el periodo 2001-2010 aumentó su población un 23,62%. El último periodo 2010-2022 incrementó su población en un 14,35% (datos provisorios). Aún se encuentra por encima de la media nacional que ronda el 11,06%. La ciudad capital concentra el 55% del total de la población de la provincia que es de 384.607 (Censo INDEC 2022, resultados provisionales).

Gráfico elaboración propia. Fuente: INDEC

2. Subsistema Urbano

Este crecimiento poblacional se vio reflejado en la estructura urbana de la ciudad, la cual tuvo un crecimiento por extensión, antes que por consolidación de los vacíos urbanos. Esta dinámica urbana extiende las áreas de prestación de servicios e

infraestructura y conlleva un incremento de la demanda de movilidad, accesibilidad y transporte público de pasajeros.
En este contexto, los principales elementos que caracterizan a la ciudad son los siguientes:

- La concentración de actividades administrativas, comerciales y de servicios en el área central, genera importantes flujos de ingresos y egresos diarios.
- La gran extensión y las bajas densidades del tejido urbano, dificulta la provisión de servicios incluido el transporte público de pasajeros.
- El aislamiento de las viviendas sociales en la zona sur y este de la ciudad, demanda una dependencia de transporte público de pasajeros eficiente.
- La gran cantidad de vehículos genera presión sobre la infraestructura vial existente y genera altos niveles de congestión y contaminación.

Fuente: "Análisis ambiental y crecimiento urbano de la ciudad de La Rioja con imágenes satelitales y SIG", 2003. Mamaní, Del Moral, Brito, Delgado, Ontivero.

Desde el comienzo de la gestión en 2019 (ahora segundo mandato) el tema de la Movilidad Sostenible, comenzó a formar parte de la agenda política, realizando transformaciones estructurales para mejorar la movilidad en la provincia. Se desarrolló el "PLAN DE MOVILIDAD SUSTENTABLE DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA" que permite abordar en forma integral la problemática, contribuyendo al modelo de movilidad sostenible, con mejoras en las condiciones ambientales, donde se promueva la accesibilidad física para todos y se ordene el transporte público de pasajeros, dando una solución que atiendan a las demandas de los diferentes grupos sociales de manera equitativa.

El PLAN DE MOVILIDAD SUSTENTABLE DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA contempla los siguientes ejes:

2.1 Prioridad al Transporte Público.

La principal herramienta para reducir y revertir esta situación actual es el uso del Transporte Público de Pasajeros como sistema integral que incluye en nuestro caso, las modalidades de colectivos y bicicletas públicas.

En 2021 se creó la Empresa Estatal RIOJA BUS. Posee una flota de 97 colectivos 0km con una distribución en la ciudad capital y Chilecito. Son unidades EURO5, que emiten una contaminación 19 veces menor que las antes existentes. Las mismas tienen aire acondicionado y sistema de GPS que permite el control de flota.

En la ciudad de La Rioja capital posee 70 unidades, que permiten tener 3 líneas troncales + 7 líneas complementarias que abarca a toda la ciudad. Estas generan un aproximado de 50.000 viajes diarios en este servicio. Además, tiene 3 líneas rurales que conectan la ciudad capital con parajes que se encuentran próximos dentro del Ejido Urbano un servicio de inclusión en donde la empresa no busca una rentabilidad económica sino social, para que todos puedan tener acceso a los servicios.

En la ciudad de Chilecito, tiene 14 unidades, abasteciendo a la ciudad y a todos sus distritos que cuentan con 5 líneas. Estas generan un aproximado de 4.500 viajes diarios en este servicio.

Asimismo, RIOJA BUS, presta servicio de viajes interurbanos. Posee 6 unidades para este servicio que conecta con distintas localidades del interior de la provincia.
Servicio Interurbano con un aproximado de 25 viajes semanales.

RIOJA BUS es una empresa modelo del país que cuenta con importantes características, entre las cuales se distinguen:
Incorporación de la Ley 27412 de Paridad de género. Donde se reivindica el compromiso y la lucha de las mujeres trabajadoras en el ámbito del transporte de toda la provincia.

Ley del cupo laboral Travesti – Trans. (Ley Nacional 27.636)

La Inclusión del cupo del 30% de choferesas y cupo del colectivo LGBTQI+ con igual remuneración que los hombres, respetando las condiciones de género con el "Día Femenino", "Licencia por Maternidad" y "Horas de Lactancia".

RIOJA BUS cuenta con un Sistema Inclusivo, en donde el 30% de los colectivos tienen rampa favoreciendo el ascenso y descenso seguro de pasajeros en silla de ruedas.

Cuenta con un Sistema de Retención Infantil (única en el mundo). Se trata de la incorporación de sillitas infantiles en todas las unidades para garantizar la seguridad de niños en el transporte público.

Además, contempla un Sistema de Paradas de colectivos con cabinas dotadas de aire acondicionado, permitiendo una espera mucho más acogedora debido a la fuerte inclemencia del sol y las altas temperaturas que caracterizan nuestra ciudad.

Todas sus políticas están orientadas a la inclusión de las minorías y a cubrir las necesidades de todos los estratos de la sociedad de manera equitativa. Entre estas políticas destaca la implementación del Boleto Estudiantil Gratuito (BEG).

Boleto Estudiantil Gratuito (Ley Provincial 10.245).
Política de Estado que garantiza la accesibilidad y movilidad de todos los ciudadanos.
Busca equidad social y territorial permitiendo el acceso universal a la educación.
Tiende a reducir los índices de ausentismo en todos los niveles educativos (inicial, primario, secundario, terciario y universitarios) brindando un traslado seguro.

2.2 Prioridad al Transporte No Motorizado.

Creación Rioja en Bici, primer Transporte Público No Motorizado del norte argentino. El reducido tamaño de la ciudad capital de La Rioja, favorece los desplazamientos no motorizados, a pie y en bicicleta. El área central puede ser recorrida a pie en 15 minutos aproximadamente, y se puede llegar del centro a casi todos los barrios en menos de 20 minutos en bicicleta. Rioja en bici es un sistema moderno y sustentable, pensado

para mejorar la calidad de vida de la población, es saludable e igualitario, no emite ruidos ni gases, contribuye a reducir la congestión vehicular, potencia la intermodalidad del transporte urbano, es económico, confiable y optimiza el uso del espacio del suelo. Este sistema cuenta con 150 bicicletas convencionales, provistas con rastreo satelital las 24 hs. éste se alimenta a través de paneles solares, son completamente antivandálicas. Existen 15 unidades de bicicletas adaptadas, para el traslado de personas con discapacidad motriz, pudiendo transportar una persona en silla de ruedas.

Rioja en Bici está monitoreado durante todo el tiempo que dura el servicio en el día, desde las 07 hs. am hasta las 23 hs. pm, esto, a los fines de poder tener el control de cada viaje, de cada usuario brindando seguridad y eficiencia, buscando que se cumpla la normativa vigente del servicio. Cuenta con un taller donde se realiza el mantenimiento y reparaciones de las unidades. El balanceo complementa el servicio, asegura que todas las estaciones estén provistas de unidades disponibles para ser utilizadas, evitando que se queden sin bicicletas o que no queden espacios para poder dejar una unidad.

El sistema es pago, funciona con costos mínimos por hora, diarios, semanales, mensuales, semestrales y anuales.

Para la utilización, los potenciales usuarios deben descargar una aplicación a través de sus celulares, se debe acreditar identidad con una fotografía del D.N.I (documento Nacional de Identidad) y datos biométricos de la persona. Por medio de una evaluación de los datos, se efectúa el alta del usuario. Cada unidad tiene un código que será escaneado para liberar la bicicleta del anclaje y así poder usarla.

Actualmente el sistema cuenta con 19.121 usuarios activos, 25.234 viajes finalizados, con un total mensual de 3.566 kms. Recorridos.

Se planificó una red de ciclovías y bicisendas seguras de alrededor 40 kilómetros, se pensó poder conectar los destinos y los orígenes, estudiando los puntos generadores de viajes como plazas, escuelas, centros administrativos, definiendo una vía con claridad, se buscaron rutas directas, que no generen desplazamientos innecesarios

acortando el tiempo de viaje. Los ciclistas son vulnerables cuando comparten el espacio con vehículos motorizados, por ello se ha proyectado delimitar las ciclovías con separadores viales facetados, que logran dar seguridad a la ciclovía. En el caso de las bicisendas se han pensado de manera que puedan estar contenidas en un espacio verde, seguro y cómodo.

Complementando la red de ciclovías, se colocaron estaciones de bicicletas, las ubicaciones las determinan los puntos generadores de viajes en la ciudad, desde estas estaciones se pueden retirar las unidades como también hacer la devolución de las mismas. Están provistas de anclajes donde se aseguran las bicicletas, cartelería, señalización y monitoreo a través de cámaras de seguridad que también son controladas en el centro de monitoreo.

A través de Políticas Públicas de Inclusión, se puso en marcha el Programa Federal "*A la Escuela en Bici*". Este programa tiene como objetivo proveer de bicicletas todo terreno a los alumnos de escuelas rurales del interior de la provincia. Mediante estudios y análisis sobre la deserción escolar, se pudo determinar que algunos alumnos, están alejados, en algunos casos, varios kilómetros del establecimiento educativo al que concurren, algunos lo realizan a pie o a lomo de mula, realizándose a veces imposible concurrir. Debido a esto se logró asistir a 263 escuelas rurales y un total de 1.260

alumnos que concurren a 6° grado de escuela primaria, quienes recibieron una bicicleta todo terreno, rodado 26, diferenciadas para varón y mujer, provistas de cascos protector. La modalidad de entrega se realiza por medio de un comodato, definiendo el uso específico que se le debe dar como también el cuidado y mantenimiento de la misma.

Este programa logro achicar la brecha social de los estudiantes y el acceso a la educación a los niños que menos tienen.

2.3 Puesta en valor de las terminales del interior de la provincia.

A las terminales de transporte de pasajeros, se las concibe dentro del Programa "Infraestructura Nodal de Transporte Público de Pasajeros" (PIN) de Nación y tiene como objetivo desarrollar instalaciones de "Nodos de Transporte" en el marco de una estrategia federal sobre la base de tres ejes de política pública: Accesibilidad, Género y Desarrollo Sostenible.

Desempeña un papel preponderante en la interrelación entre las distintas ciudades y localidades del interior de la provincia, que tienen la capacidad de generar o consolidar centralidades urbanas. Son indispensables como abordaje territorial para la conectividad provincial, además de ser una herramienta para consolidar el turismo.
En las terminales se plasmó los nuevos requerimientos y lineamientos nacionales con pautas de diseño que se basan en los siguientes ejes:

- DESARROLLO SOSTENIBLE – "Planificar y diseñar terminales sustentables que gracias a su diseño y prestación de servicios impulsen la economía y el turismo local e incorporen medidas que mitiguen el impacto del cambio climático".
- PERSPECTIVA DE GÉNERO – "Planificar y diseñar terminales con perspectiva de género, asegurando prestaciones, servicios, condiciones de accesibilidad y permanencia segura de las mujeres y diversidades".

- ACCESIBILIDAD – “Planificar y diseñar terminales inclusivas que gracias a su diseño y prestación de servicios puedan garantizar la movilidad interurbana para acceder al trabajo, la educación, la atención de la salud, el turismo y la visita a familiares”.

Se planteó la refacción y remodelación de cinco (5) terminales en distintos departamentos del interior como la de la localidad de Anillaco, Aimogasta, Milagro, Chamical y Chilecito. Además, se está construyendo dos (2) terminales nuevas como la de Guandacol y Chepes.

En ellas se incorporó el Box de Lactancia y Espacio Lúdico; zona de bicicleteros; unificación de la señalética con diseño federal; Mobiliario Urbano; oficina de Violencia de Género; Cámaras de Seguridad; Sistema de audio centralizado; Pisos y Solados de prevención, guía y peligro para facilitar el desplazamiento de personas con discapacidad visual.

Además, en otras terminales de colectivos, se realizó los arreglos y pintura de fachadas para que tengan una misma estética en colores, gráfica e imagen institucional con un lenguaje claro y reconocible. Estas son las de las localidades de Olta, Patquia, Vinchina, Villa Unión y Portezuelo.

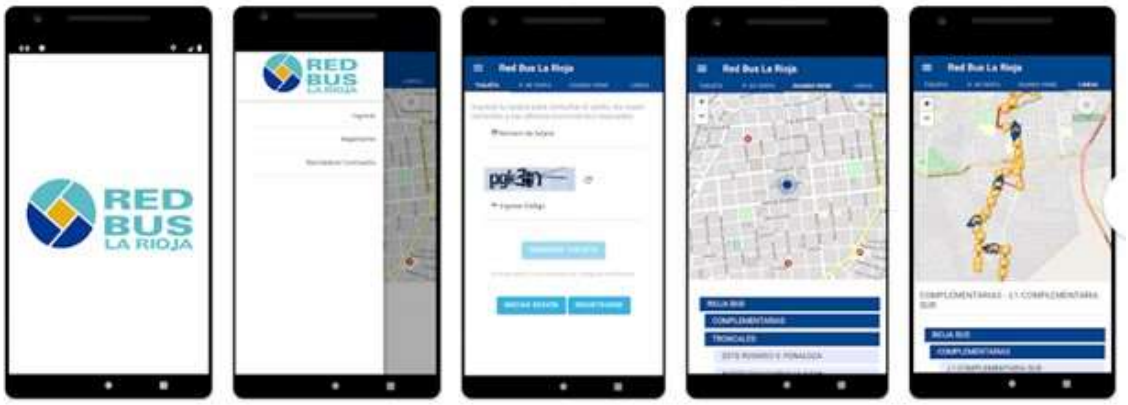
2.4 Movilidad inteligente.

Contiene a los nuevos instrumentos para el ordenamiento de tránsito y brinda herramientas que facilitan la circulación. El uso de la tecnología aplicada a darle información al usuario y permite la toma de decisiones antes los distintos modos de transporte.

Aplicación Mobile Red Bus La Rioja

Aplicación Mobile para su dispositivo Android. Esta aplicación te brindará la posibilidad de realizar consultas y seguimiento de movimiento de tu tarjeta RED BUS en la ciudad de La Rioja.

Por otra parte, brindará información de recorridos, paradas y seguimiento online de los buses, entre otras funcionalidades.



Aplicación Mobile Rioja en Bici

Aplicación Mobile para su dispositivo Android. Esta aplicación te brindará la información necesaria para poder hacer uso de las bicicletas que componen el servicio. Conocer recorridos, estaciones y la disponibilidad de unidades en tiempo real mediante GPS, logrando así una mayor eficiencia y seguridad para el usuario.

3. **Conclusión**:

Aún queda mucho por hacer con la reorganización de los servicios de transporte público subiendo los estándares de calidad para establecer sistemas integrados de transporte tomando el enfoque de movilidad sustentable. La premisa será aplicar en toda la provincia los nuevos paradigmas de movilidad sustentable, equidad e inclusión.

4. **Referencias Bibliográficas**:

Mamaní, M., Del Moral, D., Brito, R., Delgado, N., Ontivero, D. (2003). Análisis ambiental y crecimiento urbano de la ciudad de La Rioja con imágenes satelitales y SIG. Universidad Nacional de La Rioja.

PTUMA BIRF 7794-AR. (2015). Asistencia Técnica, Proyecto de Fortalecimiento de las Áreas de Transporte de la Municipalidad de la Ciudad de La Rioja en Términos de Planificación del Transporte.

TRANSITANDO DEL PARADIGMA DEL TRANSPORTE AL DE LA MOVILIDAD: 30 AÑOS DE DISCURSOS Y ACCIONES PÚBLICAS EN LA CIUDAD DE MÉXICO (1994-2024)

Ruth Pérez López
Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, Ciudad de México, México.
ruth.perez@azc.uam.mx

Guénola Capron
Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, Ciudad de México, México. gfmc@azc.uam.mx

RESUMEN

El presente texto analiza la transición del paradigma del transporte al paradigma de la movilidad en los discursos y acciones públicas del Gobierno del Distrito Federal de México y, posteriormente, de la Ciudad de México. A través de diversos documentos de políticas públicas publicados a lo largo de los últimos 30 años (1994-2024), se muestra cómo se hizo este giro, pasando de una política basada en el modelo de oferta y de demanda orientada al automóvil y al transporte concesionado que pretendía transportar a millones de viajeros dando cobertura a toda la ciudad, a una política orientada a la mejora de la experiencia de las personas durante el viaje, a incrementar los viajes en modos de transporte no motorizados y a reducir las desigualdades de movilidad entre el centro y las periferias urbanas. El balance de esta política sectorial en materia de transporte y movilidad es contradictorio. A pesar de que se ha dado un gran impulso a los modos no motorizados y al desarrollo de transporte de calidad de mediana y alta capacidad en zonas periféricas, el uso del automóvil sigue incrementando, provocando alto tráfico vehicular y generando emisiones contaminantes.

1. Introducción

En esta ponencia realizamos un análisis de los programas, leyes, informes y otros documentos producidos por las distintas administraciones del Distrito Federal y, a partir de 2018, del Gobierno de la Ciudad de México, para interrogarnos sobre el cambio de paradigma del transporte a la movilidad. Nos enfocamos en los gobiernos capitalinos desde el sexenio de Cuauhtémoc Cárdenas (1994-2000) que fue cuando surgió la Secretaría de Transporte y Vialidad (SETRAVI), hasta el de Claudia Sheinbaum (2018-2024) que está por concluirse, pasando por los de Andrés Manuel López Obrador (2000-2006), Marcelo Ebrard (2006-2012) y Miguel Ángel Mancera (2012-2018). Enfocaremos nuestro análisis en la Ley de Transporte del año 1995 (DDF, 1995) y la Ley de Movilidad del 2014 (ALDF, 2014), así como en los Programas Integrales de Transporte y Vialidad (PITV) de los sexenios de Andrés Manuel López Obrador y Marcelo Ebrard (SETRAVI, 2002, 2010), los Programas Integrales de Movilidad (PIM) de los gobiernos de Miguel Ángel Mancera y Claudia Sheinbaum (SEMOVI, 2014, 2021a) y los informes anuales de la Secretaría de Movilidad (SEMOVI) para el último periodo de tiempo.

2. Un discurso orientado al transporte, a las vialidades y al incremento de las velocidades

En la Ley de Transporte publicada durante el sexenio de Cuauhtémoc Cárdenas (DDF, 1995), la palabra "movilidad" no aparece ni una sola vez: la mayor parte del documento gira en torno al servicio de transporte y a la extensión y mantenimiento de las vialidades. Por una parte, se trata de "fomentar", "impulsar" y "estimular" el "desarrollo" y "crecimiento" del transporte colectivo y, en especial, de los "sistemas de transporte masivo eléctricos" y de la Red de Transportes de Pasajeros (RTP) creada durante esa gestión para dar servicio a las zonas periféricas y sustituir progresivamente la flota de microbuses que ya en ese entonces operaba en toda la ciudad (Navarrete Rodríguez, 2010:32). Por otra parte, la SETRAVI tiene la obligación de regular el transporte colectivo, encargándose de otorgar las concesiones y los permisos, autorizando nuevas rutas y recorridos y revocando los permisos.

En definitiva, esta ley pone el foco esencialmente en las concesiones de transporte de pasajeros: duración de éstas, obligaciones de los concesionarios, otorgación de permisos, causas de suspensión, revocación o extinción de las concesiones, etcétera. El desarrollo de las vialidades también es un tema importante en la ley: se trata de "diseñar" y "construir" nuevas vialidades, es decir, de ampliar la red vial y desarrollar infraestructura dirigida al automóvil, entre la cual los estacionamientos públicos (capítulo XII).

Durante la administración de López Obrador (2000-2006), el discurso público de la SETRAVI sigue claramente arraigado en el paradigma del transporte automotor. Frente a los problemas de embotellamientos y de calidad del aire, ese sexenio tuvo como prioridad invertir en la ampliación de la red vial para hacer "más eficiente su operación" (PITV, 2002: 40). En este sentido, una de sus acciones más significativas fue la construcción del segundo piso de Periférico y Viaducto, de puentes vehiculares y distribuidores viales con la finalidad de "lograr una mejor fluidez en la vialidad y una reducción en los índices de contaminación" (*ibid.,* p.45). Según esta lógica, a mayores velocidades de los vehículos, menor cantidad de emisiones y, por lo tanto, menor contaminación ambiental. Si bien durante este periodo se reconoce el incremento exponencial de los automóviles particulares como uno de los mayores problemas ambientales que aquejan la ciudad, se aborda el problema desde la tesis de que la construcción de mayor infraestructura vehicular conlleva a la disminución de los congestionamientos, tesis más adelante refutada en el Programa Integral de Movilidad del año 2014 en donde se mencionará el "tránsito inducido" (p. 99), concepto que se refiere a que una mayor oferta de vialidades solo produce con el tiempo un incremento del número de vehículos en circulación y, por lo tanto, un incremento del tráfico (ITDP, 2012: 23). Las acciones de este gobierno están encaminadas a incrementar las velocidades de los vehículos y a disminuir el tráfico, para evitar en la medida de lo posible las bajas velocidades que, según está lógica, son las responsables del incremento de la cantidad de emisiones.

Ahora bien, a final del gobierno de López Obrador se dejan entrever dos acciones que marcarán de cierta forma la pauta para la generación de nuevas políticas en materia de movilidad para los próximos sexenios: la construcción de la ciclovía a Cuernavaca y la implementación de la primera línea 1 del Sistema de Transporte Rápido de Buses "Metrobús". Por una parte, la bicicleta aparece por primera vez en el discurso de gobierno, aunque de forma muy marginal. Por otra parte, la construcción de la línea 1 del Metrobús marca el inicio, para algunos autores, del "giro hacia la movilidad" en la Ciudad de México (Sosa López, 2017).

3. Cambio de paradigma de transporte a la movilidad

Según Sheller y Urry (2006), el paradigma de la movilidad permite aproximarse a conceptos como la experiencia del viajero y la calidad de vida durante el viaje, entre otros. El paradigma de la movilidad sustituye al paradigma del transporte y pone el énfasis en las personas y no en la infraestructura de transporte, como era el caso hasta inicios del siglo XXI. En la Ciudad de México, si tuviéramos que marcar el inicio de la transición hacia el nuevo paradigma de la movilidad, sería durante el gobierno de

Ebrard (2006-2012). Si en los sexenios anteriores se hablaba de "mejoramiento del transporte", en éste se empezará a hablar, por primera vez, de "mejoramiento de la movilidad" y, en los posteriores, se consolidará este concepto. Este sexenio es, sin lugar a duda, el que impulsó mayores transformaciones en materia de movilidad sustentable y no motorizada e implementó programas innovadores que contribuyeron a promover un cambio social. Por primera vez se impulsó la bicicleta como modo de transporte, creando el programa de bicicletas públicas compartidas "Ecobici", a la par de la construcción de infraestructura ciclista, principalmente de ciclovías y biciestacionamientos en diferentes puntos de la ciudad. Como apoyo al impulso de la bicicleta como vehículo para trasladarse, se implementó también el programa de Ciclovía Recreativa "Muévete en bici", iniciado en el año 2007 y cuyo objetivo no era únicamente promover actividades recreativas y deportivas y fomentar la buena salud, sino también "potencializar el uso de la bicicleta como modo de transporte en la ciudad" (SMA, 2012: 43).

En materia de normatividad y acompañando el impulso a este nuevo modo de transporte, la reforma del reglamento de tránsito (2010) otorga por primera vez a la bicicleta el estatus de "vehículo con derechos y obligaciones", algo que fue considerado por la sociedad civil organizada como un logro importante para reconocer a la bicicleta como un vehículo de transporte y no solamente recreativo.

Sin embargo, influenciado por los gobiernos anteriores sobre la necesidad de seguir construyendo ejes viales para "descongestionar" la ciudad, el entonces jefe de gobierno, Marcelo Ebrard, también se comprometió en la construcción de la Supervía Poniente, megaproyecto urbano que fue criticado por una gran multitud de actores de diferente índole. Partiendo del mismo diagnóstico que el gobierno anterior -existe una contradicción entre el fuerte incremento de los vehículos particulares y la baja disponibilidad de infraestructura vial-, buscó medidas para enfrentar la "saturación" de las vialidades y "congestión" vehicular, desde el enfoque del viejo paradigma del transporte.

A pesar de esto, no cabe duda de que en este sexenio se empezó a gestar el cambio de paradigma. Si bien el concepto de "paradigma" no se menciona explícitamente en el Programa Integral de Transporte y Vialidad (SETRAVI, 2010), sí se hace alusión a este cambio paradigmático que empieza a entreverse:

"[…] en el presente gobierno, tenemos como meta cambiar la visión tradicional predominante que coloca en el centro de las preocupaciones solamente la dotación de transportes, responder prioritariamente a las necesidades del automóvil y a la construcción de vialidades e infraestructuras, pretendemos que a partir de ahora estas

necesidades sean abordadas desde la perspectiva de la movilidad, el mejoramiento ambiental y el servicio a los usuarios y a la ciudadanía"
En este sentido, el concepto de "calidad de vida" aparece de forma reiterada y se menciona siete veces en el PITV del sexenio de Marcelo Ebrard (SETRAVI, 2010), frente a solo una en el gobierno de López Obrador (SETRAVI, 2002). En definitiva, se hace entrever en este Programa un cambio importante, un "cambio cultural", basado en "otra visión del transporte" y de la "movilidad urbana" que busca "revertir la tendencia actual". Durante este sexenio (2006-2012) se señalan los efectos negativos del uso del automóvil particular y se contrapone a los efectos positivos del uso de otros modos menos contaminantes, de un transporte "más humano, menos violento y amable con el medioambiente". Se habla de una nueva visión de la ciudad, basada en "las personas y no (en) los automóviles". Es en este sexenio también que se menciona por primera vez en el PITV (SETRAVI, 2010) el "derecho a la movilidad de las personas", aunque es hasta el gobierno de Miguel Ángel Mancera que se materializa este derecho al plasmarlo en la Ley de Movilidad del Distrito Federal (LMDF, 2014) y, posteriormente, en la nueva Constitución Política de la Ciudad de México (CPCDMX 2017) y en la Constitución Federal (2022). En definitiva, el discurso de enfoque en la movilidad del gobierno de Ebrard rompe drásticamente con el enfoque anterior, a pesar de mantener ciertas prácticas, políticas y acciones que perpetúan los modelos de desarrollo urbano anteriores, basados en la construcción de vialidades.

Es hasta la administración de Miguel Ángel Mancera que el nuevo paradigma de la movilidad empieza a tomar consistencia y se refuerza. Si el gobierno anterior impulsó la movilidad sustentable e innovó en materia de movilidad no motorizada, el sexenio de 2012-2018 se dio como prioridad plasmar en las leyes el nuevo paradigma de la movilidad:

"Desde el inicio de esta administración trabajamos en cambiar el paradigma de transporte a uno de movilidad, colocando al centro de la toma de decisiones a la persona. " (SEMOVI, 2014: 52).

Es por primera vez que se menciona explícitamente el "paradigma de la movilidad" en los programas. El "cambio de paradigma" señalado por este gobierno hace referencia a una "nueva política" enfocada en "mover personas" y "satisfacer las necesidades de las personas", en vez de "mover vehículos". Este cambio de enfoque está tratado de forma explícita a lo largo del Programa Integral de Movilidad (SEMOVI, 2014). Buscando distanciarse un poco de las políticas de los gobiernos anteriores, en él se señala que la movilidad urbana "va más allá de resolver el congestionamiento vial" y, se enfoca, más bien en "ofrecer soluciones integrales para mejorar la experiencia de viaje". Al centrarse en los usuarios y ya no en los vehículos, aparecen nuevas prioridades como la de la "experiencia de viaje", expresión que aparece por primera vez en un

programa de transporte y/o movilidad y que es un indicador de este cambio. En el nuevo paradigma de la movilidad, se trata por supuesto de hacer eficientes los modos de transporte colectivos, pero también de ofrecer a los usuarios una "adecuada experiencia de viaje" que va a tener una repercusión sobre la calidad de vida, concepto integrado en el PITV del sexenio anterior (2006-2012). Aquí, se desarrolla e insiste más en este concepto: las vivencias de los usuarios del transporte influyen necesariamente en su calidad de vida; al "generar estilos de vida más sanos" se logran "ciudadanos más felices". También se mencionan por primera vez otros conceptos que forman parte del vocabulario de organizaciones internacionales como el ITDP o colectivos a favor de la movilidad sustentable, como el de "escala humana" que se refiere a la importancia de hacer accesible la ciudad a todos los habitantes, el de "tráfico inducido" definido más arriba y el de "dependencia del uso del automóvil", que porta una mirada crítica sobre este modo de transporte. Además, se vincula la movilidad con el desarrollo urbano, relación que había quedado relegada a su mínima expresión en los Programas de Transporte y Vialidad anteriores. Aquí, se busca una ciudad "compacta", "policéntrica" y con usos de suelo mixtos que propicien "bienes y servicios alrededor de estaciones de transporte masivo".

Otro concepto implementado en esta época es el de "calles completas" a través del cual se busca ofrecer todo el abanico de medios de transporte (automóvil, transporte público, bicicleta, desplazamientos a pie) en una sola calle.

Como decíamos más arriba, en este gobierno se materializa en las leyes el cambio de paradigma. Al cambiar el nombre de la Secretaría de Transporte y Vialidad por el de Secretaría de Movilidad se empieza a vislumbrar lo que se venía gestando desde hace unos años: una nueva visión de la movilidad, enfocada en las personas y ya no tanto en los vehículos. Se consolida, en la legislación, y particularmente en Ley de Movilidad del 2014 y en el Reglamento de la ley de movilidad del 2017, esta nueva visión que aparecía tímidamente en el Programa Integral de Transporte y Vialidad. Quizás uno de los indicadores que nos muestra más el auge de este nuevo paradigma del año 1994 a la fecha, es la concurrencia de la palabra "movilidad" en los programas de transporte y movilidad de los últimos años: en la ley de transporte del 1995 no se mencionó ni una sola vez. Fue en el sexenio de López Obrador en el que aparece por primera vez, con 41 menciones (1.1 por cada 1000 palabras).

En el Programa Integral de Movilidad del gobierno actual (2019-2024) la palabra llegó a su cúspide con 505 menciones (14.3 veces por 1000 palabras). A su vez, cabe destacar una tendencia inversa con la palabra "vialidad", que tiene su auge durante el gobierno de López Obrador al ser nombrada 182 veces (4.7 veces por 1000 palabras) y únicamente 16 veces (0.5 por 1000 palabras) en el sexenio actual.

4. Del paradigma de la velocidad a la desincentivación del uso del coche particular

En esta transición de un paradigma al otro se empieza también a romper con la visión centrada en las vialidades y velocidades. La velocidad se convierte de hecho en un enemigo de la seguridad vial. En la administración de Marcelo Ebrard (2006-2012) y contrastando con la anterior, se empieza a ser más crítico con el uso del automóvil, a través de formas "alternativas" (bicicleta, caminar) y más "sustentables" (transporte colectivo de pasajeros "amigables con el medio ambiente") de moverse, pero también del uso más "racional" del automóvil. Si bien no se rompe totalmente con la visión anterior que busca desarrollar medidas para "agilizar" el tráfico, se empiezan a vislumbrar algunas alternativas al uso del coche. En este aspecto, ya se menciona de forma explícita la posición de privilegio que ha tenido el automóvil en la historia de la planeación urbana en la Ciudad de México, señalando que el "espacio público (ha sido) utilizado de manera privilegiada por el automóvil" y la necesidad de "recuperar (lo) para que la sociedad pueda gozar de él". Ahora bien, también es importante señalar, que pocas medidas concretas se implementaron para hacer tangible la disminución el uso del coche tan presente en el discurso, a excepción del programa de estacionamientos de paga en vía pública "Ecoparq" que se aplicó principalmente en colonias de la ciudad-centro, y de forma indirecta del impulso a formas alternativas de transporte y del transporte colectivo de alta capacidad.

Es hasta la administración de Mancera (2012-2018) que se menciona de forma más evidente la desincentivación del uso del coche y se desarrollan acciones en la materia mediante la gestión del estacionamiento cuyo propósito directo es "reducir" o "evitar" viajes en coche (SEMOVI, 2014). La gestión del estacionamiento está directamente relacionada con la disminución de "la demanda de viajes en automóvil". Si en el sexenio anterior se promovieron principalmente los modos de transporte alternativos y no motorizados y se innovó en este sentido, en el de Mancera se busca de forma más abierta a "reducir", "regular", "desalentar", "controlar" el uso del coche.

5. El paradigma de la movilidad en el gobierno de Claudia Sheinbaum (2018-2024): hacia una reducción de las desigualdades

En los diferentes documentos publicados por la Secretaría de Movilidad y analizados por las autoras (SEMOVI, 2019a, 2019b, 2020b, 2020c, 2020a, 2021a, 2021b), se puede observar que el gobierno actual de la Ciudad de México (2018-2024) se muestra consciente de los impactos ambientales y sociales del transporte, la movilidad y el desarrollo urbano. Mediante un diagnóstico de las políticas urbanas y de movilidad de las anteriores administraciones, pone de manifiesto los efectos negativos de estas

políticas con la finalidad de corregirlos. A partir de este diagnóstico, establecen tres nuevas prioridades de los programas de movilidad: disminuir las desigualdades en materia de acceso al transporte, atender las necesidades de las poblaciones vulnerables y disminuir los gases de efecto invernadero.

En el PIM 2019-2024 (SEMOVI, 2021a), el concepto de desigualdad aparece 18 veces. Los informes anuales que se adecuan al lema "integrar, mejorar, proteger" enunciado por el programa de gobierno, hacen de la inequidad la piedra angular de la crisis del transporte, confirmando el giro hacia el paradigma de la movilidad: "La crisis del sistema de transporte en la Ciudad de México tiene un fuerte componente de desigualdad" (esta idea se repite en varios documentos: plan estratégico de movilidad de la ciudad de México, 2019; PIM 2019-2024; segundo informe anual, 2020).

El diagnóstico de la movilidad en la Ciudad de México (SEMOVI, 2021a), y más allá, en la Zona Metropolitana del Valle de México, es que está institucionalmente fragmentada, es ineficiente e inequitativa, y que la desigualdad es una consecuencia directa de la fragmentación institucional. Entre los cuatro problemas sustantivos identificados por el tercer informe anual (SEMOVI, 2021) figura en primera posición la desigualdad. Por ejemplo, en el Plan de Gobierno 2019-2024 que constituye el documento rector de la política del gobierno de Claudia Sheinbaum, el eje 1 sobre igualdad y derechos pone el énfasis en la reducción de las desigualdades de movilidad, en particular para los grupos vulnerables.

Es muy llamativo que todos los documentos e informes producidos por la Secretaría de Movilidad señalan claramente que son las personas las que están al centro de las políticas de movilidad: "hemos colocado a las personas en el centro de las políticas de movilidad en la Ciudad de México" (SEMOVI, 2021b: 16).

Si bien el énfasis puesto por las narrativas políticas en las personas y no en los transportes como todavía era el caso a inicios del siglo XXI no es nuevo, se reafirma con toda fuerza en los documentos oficiales producidos durante el Gobierno de Claudia Sheinbaum. De hecho, el Plan de Gobierno 2019-2024 tiene un eje entero, el tercero, sobre la movilidad que insiste en los principios de seguridad, accesibilidad, comodidad, equidad, calidad. Ahora, llama la atención que ninguno de los documentos analizados menciona explícitamente la necesidad de disminuir el uso del automóvil.

6. Conclusión

En los últimos treinta años, se puede observar la transición del paradigma del transporte hacia el paradigma de la movilidad en las políticas públicas del Gobierno

del Distrito Federal y a partir de 2017 del Gobierno de la Ciudad de México, aunque esta transición no se haya hecho de manera totalmente continua. En particular, a pesar de acciones y políticas que buscan desincentivar el uso del automóvil, se mantiene el lugar de éste en la ciudad y se transita muy lentamente hacia políticas que impulsan la movilidad peatonal y de las bicicletas.

En un primer tiempo, sobre todo hasta el 2006, se buscó fluidificar el tránsito automóvil. Por otro lado, inscrita en el paradigma del transporte, la ley se limitó a regular el transporte concesionado. Incluso en los sexenios siguientes, se construyeron nuevas vialidades a pesar del reconocimiento del efecto del "tráfico inducido". Pero, poco a poco, a partir de 2006, se ve una mayor preocupación por las personas y la mejora de la calidad del viaje, cuando, hasta entonces se buscaba transportar a millones de viajeros en la Zona Metropolitana del Valle de México, al detrimento del bienestar de la gente. En los gobiernos de Ebrard y Mancera, existe un interés, sobre todo discursivo, por reducir las desigualdades sociales entre las áreas centrales y las zonas periféricas. Sin embargo, a excepción de la construcción de la línea 12 del metro durante el sexenio de Ebrard, es hasta el gobierno de Claudia Sheinbaum que realmente se emprende la construcción de obras de transporte como el Cablebús y el Trolebús elevado en Iztapalapa, que buscan mejorar la equidad, confirmando la transición hacia el paradigma de la movilidad.

Finalmente, en tiempos más recientes, es notable el poco interés por la necesidad de desincentivar el uso del automóvil. Sin embargo, la invasión de la ciudad por el automóvil afecta de manera desigual a los habitantes de la ciudad, entra aquellos que lo utilizan y los pobres que, eventualmente, aportan con sus impuestos a la construcción de nuevas vialidades para el coche sin beneficiarse de ellas, sufren de la contaminación atmosférica por medios de transporte que no utilizan y se encuentran atrapados en un tráfico que no contribuyeron en generar.

7. Referencias Bibliográficas

ALDF. (2014). *Ley de Movilidad de la Ciudad de México*. Gaceta Oficial del Distrito Federal.

DDF. (1995). *Ley de Transporte del Distrito Federal*. Diario Oficial de la Federación.

ITDP. (2012). *Guía de estrategias para la reducción del uso del auto en ciudades mexicanas*.

López Sosa, O. (2017). Urban Mobility and Politics in Mexico City: The Case of the Frente Amplio contra la Supervía. *Latin American Perspectives*, *44*(2), 184–204. https://doi.org/10.1177/0094582X16682781

Navarrete Rodríguez, P. E. (2010). *El papel de la gestión de las políticas públicas en la eficiencia del transporte público en el D.F. y su área metropolitana.* Instituto Politécnico Nacional.

SEMOVI. (2014). *Programa Integral de Movilidad 2013-2018*. Gaceta Oficial del Distrito Federal.

SEMOVI. (2019a). *Plan estratégico de movilidad de la Ciudad de México 2019. Una ciudad, un sistema.* Secretaría de Movilidad. https://www.movilidad-integrada.tianguisdigital.cdmx.gob.mx/docs/plan estrategico-de-movilidad-2019.pdf

SEMOVI. (2019b). *Primer informe anual, 2018-2019*. Secretaría de Movilidad.
SEMOVI. (2020a). *Cuarto informe de gobierno 2021-2022*. Secretaría de Movilidad.
SEMOVI. (2020b). *Programa Integral de Movilidad de la Ciudad de México 2020-2024. Diagnóstico Técnico.* Secretaría de Movilidad. https://www.semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/uploaded files/diagnostico-tecnico-de-movilidad-pim.pdf
SEMOVI. (2020c). *Segundo informe anual, 2019-2020*. Secretaría de Movilidad.
SEMOVI. (2021a). *Programa integral de movilidad de la Ciudad de México. 2019-2024*. https://www.semovi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/PIM-2019-2024_.pdf
SEMOVI. (2021b). *Tercer informe de gobierno, 2020-2021*. Secretaría de Movilidad.
SETRAVI. (2002). *Programa Integral de Transporte y Vialidad 2001-2006*. Gaceta Oficial del Distrito Federal.
SETRAVI. (2010). *Programa Integral de Transporte y Vialidad 2007-2012*. Gaceta Oficial del Distrito Federal.
Sheller, M., & Urry, J. (2006). The new mobilities paradigm. *Environment and Planning A*, *38*(2), 207–226. https://doi.org/10.1068/a37268
SMA. (2012). *Libros Blancos: Estrategia de movilidad en bicicleta de la Ciudad de México*. Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal.

VIAJES POR ACOMPAÑAMIENTO: UN ANÁLISIS CON PERSPECTIVA DE GÉNERO EN LA MOVILIDAD URBANA

Jonatan Jair Villamarín Monroy
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. Jonatan.villamarin@uptc.edu.co

Luis Gabriel Márquez Diaz
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. Luis.marquez@uptc.edu.co
6
Sonia Esperanza Diaz Márquez
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. Sonia.diaz@uptc.edu.co

RESUMEN

En la movilidad se hace importante analizar la relación entre el sistema de transporte y el sistema de actividades considerando diferentes características, siendo el género, una de las variables que se deben considerar al momento de diseñar los sistemas de transporte. Cuando se planifican sistemas de transporte, es común que se subestimen o pasen por alto los desplazamientos asociados al trabajo no remunerado, como lo son el acompañamiento de adultos mayores y menores de 12 años.

Estos desplazamientos son esenciales para el funcionamiento de la sociedad y tienen un impacto significativo en la movilidad urbana. Al considerar el género en el diseño de sistemas de transporte, se debe prestar especial atención a las necesidades de las mujeres, ya que a menudo son responsables de tareas no remuneradas como el cuidado de la familia y el acompañamiento de niños y adultos mayores.

Esta investigación tiene como propósito examinar las características de dichos viajes en una ciudad latinoamericana, centrándose en aspectos como la disponibilidad de vehículos en los hogares, el tipo de transporte empleado, las motivaciones y la frecuencia, todo ello abordado desde una perspectiva de género. El estudio se llevó a cabo en Tunja, Colombia, una ciudad con una población de 182.828 habitantes.

1. Introducción

La movilidad representa un componente fundamental en la estructura de una ciudad y requiere de una exploración profunda de las características especiales de los desplazamientos que realiza la población, especialmente, lo relacionado con las dimensiones como el propósito del viaje, frecuencia y el medio de transporte empleado. Se ha comprobado que los patrones de movilidad difieren sustancialmente entre hombres y mujeres; una característica que se atribuye a los distintos roles que desempeñan en la sociedad y que genera variaciones en la forma en que se realizan los viajes. Recientemente, ha surgido la noción de "movilidad del cuidado" como un concepto y categoría relevante en el análisis de los patrones de viaje, brindando una perspectiva valiosa para comprender a fondo los desplazamientos que realizan hombres y mujeres al cuidar de otros. Esto se torna esencial al considerar que los datos revelan patrones de viaje significativos que, de lo contrario, quedarían ocultos en las variables de recolección de datos.

En este contexto, este trabajo se sumerge en el estudio de los desplazamientos urbanos vinculados al acompañamiento de adultos mayores y menores de 12 años abordando perspectivas de género y examinando el modo de viaje, patrones de actividad en el tiempo, disponibilidad de vehículos en el hogar, entre otros atributos relevantes. La investigación se llevó a cabo en Tunja, Colombia, una ciudad con 182.828 habitantes, cuyas actividades económicas principales se centran en el sector terciario, específicamente en el sector de servicios (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2021). Tunja está ubicada a 130 km al noreste de la capital colombiana, Bogotá D.C. y es la capital del departamento de Boyacá.

El objetivo de esta investigación es proporcionar a las autoridades del sector transporte una base sólida para la formulación de políticas destinadas a la planificación del transporte urbano considerando aspectos relacionados con el género. Además, se pretende generar conciencia sobre la importancia de los viajes realizados por motivos de acompañamiento, contribuyendo a la resolución de problemas relacionados con la inequidad y la exclusión, características distintivas de numerosas ciudades latinoamericanas. Se espera que este estudio aporte significativamente a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente en lo concerniente a las metas relacionadas con la equidad de género.

2. Dinámicas de movilidad en el contexto del cuidado

Las diferencias en los patrones de comportamiento entre hombres y mujeres son el resultado de diversos factores como: sus roles en el ámbito familiar, su posición en el

ámbito laboral, su edad, su ubicación geográfica y sus condiciones socioeconómicas y demográficas. En este contexto, ha surgido el concepto de "movilidad del cuidado" para destacar la importancia de los desplazamientos que por lo general son no remunerados.

(Sánchez-De Madariaga & Zucchini, 2020) propone la inclusión de este nuevo concepto en las estadísticas de transporte, abarcando los viajes vinculados a las tareas del hogar, como compras, acompañamiento, gestiones y cuidado de otros. Por otro lado, (Moscoso et al., 2021) definen la movilidad del cuidado como los desplazamientos diarios relacionados con el trabajo de cuidado , que involucra el trabajo no remunerado realizado por adultos para menores de edad y adultos mayores que requieren asistencia en diversas actividades.

Cuando se analiza la movilidad en ciudades, en particular ciudades latinoamericanas, surge un hallazgo interesante: si bien el trabajo suele ser el motivo de viaje predominante, también se observa un notable porcentaje de desplazamientos relacionados con el acompañamiento y el cuidado de otras personas, siendo en algunos casos, el tercer factor más común en la generación de viajes (Linke et al., 2018).

Los viajes destinados al cuidado y acompañamiento presentan patrones específicos, especialmente en cuanto a la distribución de género. Esto se debe a que, en muchas ocasiones, las mujeres asumen responsabilidades relacionadas con el trabajo doméstico y el cuidado de los hijos (Kawgan-Kagan, 2020). Un ejemplo concreto de esta dinámica se aprecia en Bogotá, donde los datos de encuestas de movilidad indican que el 19% de la población realiza viajes por motivos de cuidado en un día común. Esta situación tiene un impacto en los patrones de viaje, en particular en la formación de cadenas de desplazamientos y en el aumento del número total de viajes.

Según (Best & Lanzendorf, 2005) se pueden identificar tres hipótesis relacionadas con la movilidad de género. La primera se refiere a la división del trabajo, la segunda a la disminución de las disparidades de género en la fuerza laboral y la tercera a la distribución desigual de las responsabilidades relacionadas con el hogar, en especial en lo que respecta al número de viajes realizados por motivos de acompañamiento. En este contexto, las mujeres suelen destinar menos tiempo a otras actividades remuneradas debido a su papel predominante en el cuidado y acompañamiento.

3. Metodología

Este estudio se fundamentó en el análisis de 393 encuestas a hogares de Tunja, Colombia, con el propósito caracterizar los viajes de acompañamiento y cuidado en la

ciudad de Tunja, Colombia. La recopilación de datos se llevó a cabo mediante encuestas Ad Hoc, las cuales, fueron diseñadas de manera específica para destacar estos desplazamientos particulares y con un enfoque en la identificación de cadenas de viajes y tours. En el cuestionario, se consideraron diferentes atributos, incluyendo las características del hogar (estrato socioeconómico, tamaño de la familia, disponibilidad de vehículos, entre otras), detalles acerca de los residentes (edad, género, ingresos mensuales, roles familiares, ocupación, nivel educativo, y si realizan viajes de acompañamiento) y aspectos relacionados con los viajes realizados en días laborables (duración, motivo, modo de transporte, entre otros) (Ver figura 1)

Figura 1: Formulario encuesta Ad Hoc

Nombre del encuestado: _____

IMPORTANTE Su diario de viajes inicia en la CASA. Registre TODOS los viajes, así sean cortos. Marque solo un MOTIVO y solo un MODO.	DESTINO	DESTINO	DESTINO	DESTINO
	HORA DE LLEGADA	HORA DE LLEGADA	HORA DE LLEGADA	HORA DE LLEGADA
	DURACIÓN (min)	DURACIÓN (min)	DURACIÓN (min)	DURACIÓN (min)
MOTIVO	**MOTIVO**	**MOTIVO**	**MOTIVO**	**MOTIVO**
REGRESO A CASA	☐	☐	☐	☐
PERSONAL	PERSONAL	PERSONAL	PERSONAL	PERSONAL
Estudio	☐	☐	☐	☐
Trabajo/negocios	☐	☐	☐	☐
Salud	☐	☐	☐	☐
Compras personales	☐	☐	☐	☐
Diligencias personales	☐	☐	☐	☐
Visitar a alguien	☐	☐	☐	☐
Diversión	☐	☐	☐	☐
Otro	☐	☐	☐	☐
COSAS DE LA CASA	COSAS DE LA CASA	COSAS DE LA CASA	COSAS DE LA CASA	COSAS DE LA CASA
Compras domésticas	☐	☐	☐	☐
Diligencias del hogar	☐	☐	☐	☐
Otro	☐	☐	☐	☐
LLEVAR A/ RECOGER A	LLEVAR A	LLEVAR A	LLEVAR A	LLEVAR A
Parentesco				
¿Es del núcleo familiar?	☐ SI NO ☐	☐ SI NO ☐	☐ SI NO ☐	☐ SI NO ☐
Al estudio	☐	☐	☐	☐
Al trabajo/negocios	☐	☐	☐	☐
A temas de salud	☐	☐	☐	☐
A compras	☐	☐	☐	☐
A diligencias	☐	☐	☐	☐
A diversión	☐	☐	☐	☐
Otro	☐	☐	☐	☐
MODO DE TRANSPORTE	**MODO DE TRANSPORTE**	**MODO DE TRANSPORTE**	**MODO DE TRANSPORTE**	**MODO DE TRANSPORTE**
A pie	☐	☐	☐	☐
Bicicleta	☐	☐	☐	☐
Servicio público	☐	☐	☐	☐
Taxi	☐	☐	☐	☐
Motocicleta	☐	☐	☐	☐
Auto	☐	☐	☐	☐
Otro	☐	☐	☐	☐

La clasificación de los viajes se realizó para identificar aquellos relacionados con el acompañamiento, ya sea a menores de 12 años o adultos mayores, y se profundizó en la motivación subyacente a estos desplazamientos.

La recopilación de datos se llevó a cabo mediante un muestreo aleatorio simple, en concordancia con los registros de la compañía de energía eléctrica de la ciudad. Dicha entidad administra una base de datos que incluye el estrato socioeconómico de cada hogar. En su totalidad, se consideraron 1054 individuos y se registraron 2685 viajes (ver Tabla 1)

Tabla 1: Características de la muestra

Característica	Categoría	Muestra	Población	Muestra (%)	Población (%)
Género	Mujer	600	567,1	56,9	53,8
	Hombre	454	486,9	43,1	46,2
Edad	15-24	236	255,7	22,4	24,3
	25-39	283	323,2	26,9	30,7
	40-49	146	171,6	13,9	16,3
	50-64	243	199,9	23,1	19,0
	65 o más	146	103,6	13,9	9,8
Tamaño del hogar	1	53	81,0	13,5	20,6
	2	83	81,4	21,1	20,7
	3	87	88,4	22,1	22,5
	4	104	81,0	26,5	20,6
	5	37	38,1	9,4	9,7
	6 o más	29	23,2	7,4	5,9
Número de hogares por estrato	1	45	39,7	11,5	10,1
	2	104	144,5	26,5	36,8
	3	154	166,9	39,2	42,5
	4	76	36,5	19,3	9,3
	5	14	5,5	3,6	1,4
Nivel de estudio	Bachillerato	389	413,1	36,9	39,2
	Posgrado	88	34,0	8,4	3,2
	Primaria o menos	182	266,6	17,3	25,3
	Sin estudios	18	28,8	1,7	2,7
	Superior	377	311,6	35,8	29,6
Ocupación	Ama de casa	156	124,4	14,8	11,8
	Buscando empleo	37	26,4	3,5	2,5
	Empleado				
	Estudiante	315	276,2	29,9	26,2
	Independiente	221	380,5	21,0	36,1

Característica	Categoría	Muestra	Población	Muestra (%)	Población (%)
	Otro	199	146,5	18,9	13,9
	Retirado/Jubilado	32	54,8	3,0	5,2
		94	45,3	8,9	4,3

La recolección de datos se efectuó mediante visitas a hogares que abarcaban diversos niveles de ingresos: el 33.3% correspondía al estrato de ingresos bajos, el 41.3% a ingresos medios y el 25.4% a ingresos altos. La distribución de ingresos en la muestra reflejó de manera representativa la composición económica de los hogares en Tunja, ratificando hallazgos de investigaciones previas (Díaz, 2017).

En una perspectiva complementaria, se llevó a cabo un análisis basado en información secundaria, enfocado en la evolución histórica de la ciudad de Tunja, Colombia. Posteriormente, se realizó un análisis descriptivo de los viajes documentados en las encuestas de hogares de varios años. Este análisis buscó discernir la evolución en la distribución de propósitos de viaje y examinar cómo la perspectiva de género ha influido en dichos desplazamientos a lo largo del tiempo. Este enfoque temporal permitió identificar patrones emergentes y cambios significativos en los comportamientos de viaje, proporcionando así una visión más completa y contextualizada de la movilidad en la ciudad.

4. Resultados y discusión

En esta sección, se presentan los resultados más relevantes de la investigación, profundizando en las características por género en cada una de las dimensiones exploradas. Además de presentar los resultados cuantitativos, se realizará una reflexión analítica sobre el impacto de estas divergencias de género en el contexto estudiado, profundizando así en la comprensión de las dinámicas que subyacen a estas diferencias y su posible influencia en las experiencias de los participantes.

4.1. Características por estrato

En relación con las características principales de los hogares según su estrato socioeconómico (ver Tabla 2), es relevante señalar que, en la mayoría de los estratos, los hombres desempeñan mayoritariamente el rol de jefe de hogar, a excepción del estrato 5. En cuanto al número de integrantes menores de 12 años, se evidencia que los estratos bajos presentan un mayor porcentaje de niños en este grupo, en contraste con los hogares de estratos altos. La posesión de automóviles es más común en los

estratos altos, al igual que la propiedad de bicicletas. Respecto a las motocicletas, se observa una presencia más significativa en el estrato 1, mientras que en el estrato 5 no resulta relevante. Estas distribuciones proporcionan una representación precisa de las condiciones socioeconómicas por estrato en la ciudad de Tunja.

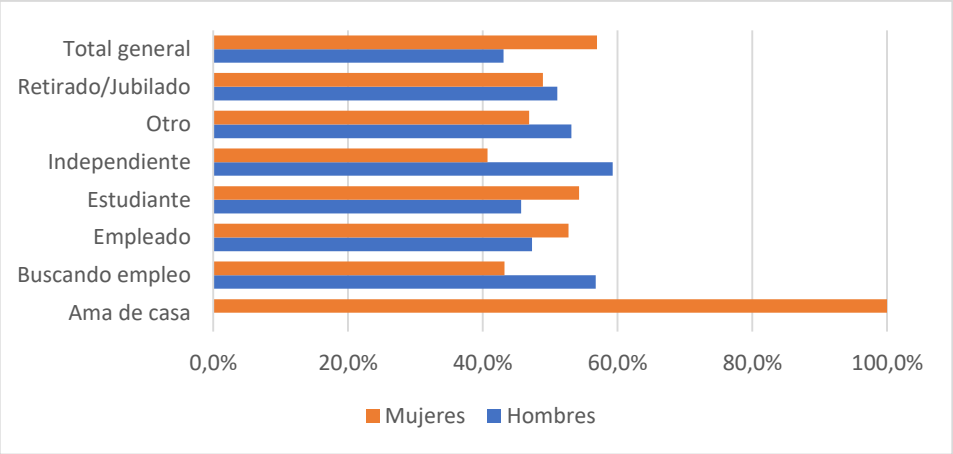
Tabla 2: Características por estrato

Característica	Categoría	Estrato 1 (%)	Estrato 2 (%)	Estrato 3 (%)	Estrato 4 (%)	Estrato 5 (%)
Jefe del hogar	Mujer	44,4	40,4	44,2	46,1	57,1
	Hombre	55,6	59,6	55,8	53,9	42,9
Integrantes del hogar menores de 12 años	0	66,7	56,7	76,0	80,3	78,6
	1	26,7	26,9	16,2	15,8	14,3
	2	2,2	13,5	7,8	3,9	7,1
	3	2,2	1,9	0,0	0,0	0,0
	5 o más	2,2	1,0	0,0	0,0	0,0
Disponibilidad de autos	0	66,7	78,8	59,7	38,2	7,1
	1	33,3	21,2	37,0	55,3	85,7
	2	0,0	0,0	2,6	5,3	7,1
	3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
	4	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0
Disponibilidad de motos	0	82,2	92,3	89,6	86,8	100,0
	1	15,6	7,7	9,7	13,2	0,0
	2	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0
	4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
Disponibilidad de bicicletas	0	77,8	85,6	84,4	82,9	57,1
	1	17,8	5,8	10,4	7,9	14,3
	2	4,4	8,7	3,9	6,6	7,1
	3	0,0	0,0	1,3	2,6	14,3
	4	0,0	0,0	0,0	0,0	7,1

4.2. Ocupación de las personas

En una primera fase, se examinó la distribución ocupacional según el género (ver Figura). Se observó que las mujeres ostentan una mayor proporción en roles como amas de casa, empleadas y estudiantes. Por otro lado, los hombres tienden a participar más activamente en roles independientes y en la búsqueda de empleo.

Figura 2 Distribución ocupacional según el Género



4.3. Tours

A partir de la información global sobre los desplazamientos llevados a cabo, se lograron identificar 15 tipologías fundamentales de tours, abarcando el 90% de la totalidad de los viajes efectuados (ver Tabla 3)

Tabla 3: Porcentaje de viajes cotidianos por tipología de tour

N°	Tour	Frecuencia	%	Acumulado
1	Trabajo	474	38.95%	38.95%
2	Estudio	148	12.16%	51.11%
3	Diligencias personales	95	7.81%	58.92%
4	Llevar/Recoger al estudio	69	5.67%	64.59%
5	Compras domésticas	66	5.42%	70.01%
6	Salud	54	4.44%	74.45%
7	Compras personales	50	4.11%	78.55%
8	Visitar a alguien	32	2.63%	81.18%
9	Diversión	26	2.14%	83.32%
10	Otro	23	1.89%	85.21%
11	Diligencias del hogar	16	1.31%	86.52%
12	Llevar/Recoger al estudio-Trabajo	14	1.15%	87.67%
13	Llevar al estudio-Trabajo-Recoger del estudio	11	0.90%	88.58%
14	Llevar/Recoger a otro	9	0.74%	89.32%
15	Llevar/Recoger a salud	8	0.66%	89.98%

Como es común en ciudades de tamaño pequeño a intermedio, la mayoría de los desplazamientos se inician desde el hogar y con destino a lugares donde se desarrollarán actividades laborales, académicas y diligencias personales. Estas categorías de viajes constituyen el 59% de las actividades diarias. Cabe resaltar que los tours de acompañamiento, ya sea para llevar o recoger a otros representan el 9.12% de la movilidad diaria habitual. Al sumar los desplazamientos vinculados a compras y

diligencias del hogar, esta cifra asciende al 15.86% del total de viajes. Estos datos evidencian la importancia de los desplazamientos asociados a las labores domésticas y al acompañamiento de otras personas en la rutina diaria.

En cuanto a los tours asociados a viajes personales (ver Tabla 4), no se observaron diferencias significativas entre hombres y mujeres en la población general. Sin embargo, en términos absolutos para la muestra analizada, los hombres realizan más viajes con fines laborales, mientras que las mujeres realizan más viajes con motivos educativos.

Tabla 4: Tours con motivos personales

Código	Tour	Frecuencia		(%)		Promedio		Valor de p
		H	M	H	M	H	M	
TRA	Trabajo	229	245	48.31%	51.69%	1.23	1.28	0.260
EST	Estudio	73	75	49.32%	50.68%	1.22	1.12	0.149
DIP	Diligencias personales	48	47	50.53%	49.47%	1.02	1.07	0.289
SAL	Salud	36	18	66.67%	33.33%	1.03	1.00	0.479
COP	Compras personales	35	15	70.00%	30.00%	1.06	1.07	0.893
VIA	Visitar a alguien	21	11	65.63%	34.38%	1.00	1.00	n/a
DIV	Diversión	12	14	46.15%	53.85%	1.00	1.00	n/a
OTR	Otro	12	11	52.17%	47.83%	1.00	1.22	0.169
TRA-TRA	Trabajo-Trabajo	2	6	25.00%	75.00%	1.00	1.00	n/A

H: Hombre M: Mujer

En contraposición a lo mencionado anteriormente, como se aprecia en la Tabla 5, se presentan diferencias notables entre hombres y mujeres en la población cuando se trata de desplazamientos relacionados con motivos del hogar. Se destaca que las mujeres realizan más viajes para llevar a cabo compras domésticas que los hombres, señalando que, en ciudades latinoamericanas como Tunja, estas tareas aún recaen con mayor intensidad en las mujeres.

Tabla 5: Tours con motivos del hogar

Código	Tour	Frecuencia		(%)		Promedio		Valor de p
		H	M	H	M	H	M	
COD	Compras domésticas	55	11	83.33%	16.67%	1.08	1.00	0.043
DIH	Diligencias del hogar	8	8	50.00%	50.00%	1.00	1.00	n/a

H: Hombre M: Mujer

Para concluir, en lo que respecta a los desplazamientos vinculados a cuidado y acompañamiento (ver Tabla 6), se observan las mayores disparidades entre hombres y mujeres en los tours destinados a Llevar/Recoger al estudio y al Trabajo. Se nota que, en los hogares, se aprovecha la ocasión de viajar al trabajo para llevar o recoger a los menores que están en periodo de estudios, y se destaca que las mujeres desempeñan este papel con mayor frecuencia que los hombres.

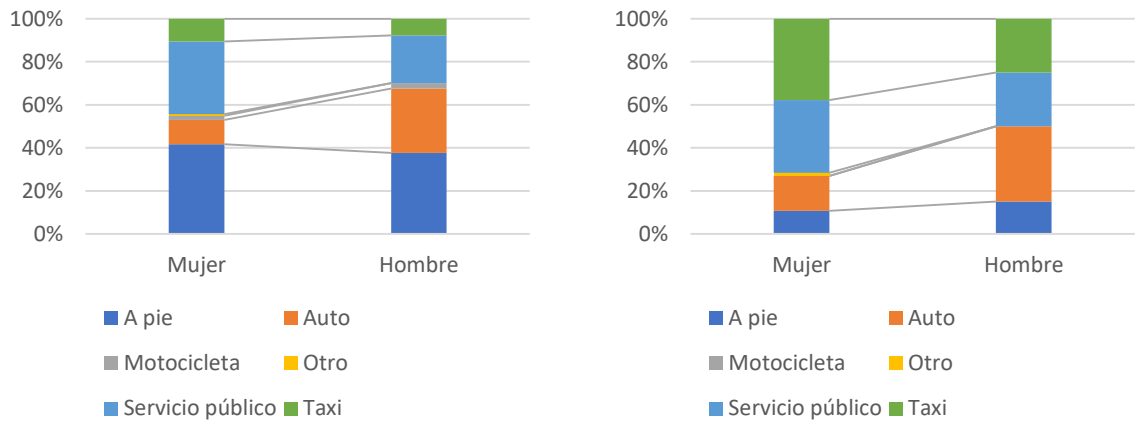
Tabla 6: Tours con motivos de cuidado y acompañamiento

Código	Tour	Frecuencia		(%)		Promedio		Valor de p
		M	H	M	H	M	H	
LES	Llevar/Recoger al estudio	49	20	71.01%	28.99%	1.53	1.54	0.978
LES-TRA	Llevar/Recoger al estudio-Trabajo	10	4	71.43%	28.57%	1.00	1.00	n/a
LES-TRA-LES	Llevar/Recoger al estudio-Trabajo-Llevar/Recoger al estudio	10	1	90.91%	9.09%	1.43	1.00	0.078
LOT	Llevar/Recoger a otro	4	5	44.44%	55.56%	1.00	1.00	n/a
LSA	Llevar/Recoger a salud	7	1	87.50%	12.50%	1.17	1.00	0.721

H: Hombre M: Mujer

La forma de transporte más frecuentemente empleada en los desplazamientos de mujeres que acompañan a menores de 12 años es la caminata, representando un 41.72% de las preferencias, seguida por el transporte público colectivo (33.77%) y el automóvil (11.26%). En contraste, para los hombres, la caminata lidera las opciones con un 37.66%, seguida por el automóvil con un 29.87%, y el transporte público colectivo con un 22.08%.

Figura 3: Distribución por modo de transporte viajes por acompañamiento



a) Menores de 12 años **b) Adultos mayores**

Finalmente, en cuanto a la frecuencia de los desplazamientos por acompañamiento a menores de 12 años, se percibe una tendencia que sugiere que las mujeres tienden a realizar estos viajes con mayor frecuencia en comparación con los hombres. La Tabla 8 ofrece una visión detallada de la distribución de la frecuencia con la que se llevan a cabo los viajes de acompañamiento.

Tabla 7: Distribución de la frecuencia con que se realizan viajes por acompañamiento

Frecuencia	**Acompañamiento solo a menor de 12 años**			**Acompañamiento solo a Adulto Mayor**			**Acompañamiento a menor de 12 años y a Adulto mayor**		
	H	M	Total	H	M	Total	H	M	Total
A diario	29	89	118	3	9	12		3	3
Mensualmente	11	16	27	31	35	66	7	25	32
Quincenalmente	14	16	30	13	15	28	6	9	15
Semanalmente	23	30	53	13	15	28	8	13	21
Total general	77	151	228	60	74	134	21	50	71

H: Hombre M: Mujer

5. Conclusiones

Los desplazamientos por acompañamiento están cobrando una creciente importancia en el análisis de la movilidad urbana. Al profundizar en este motivo específico de viaje, se abre la puerta a un examen detallado de la movilidad desde una perspectiva de género, brindando así la oportunidad de diseñar políticas que aborden de manera efectiva la movilidad de las personas que realizan desplazamientos por acompañamiento. La comprensión de los viajes vinculados a dicho propósito permite identificar las necesidades y desafíos particulares que enfrentan tanto hombres como mujeres en su rol de cuidadores. Al basar estrategias en estas evaluaciones, se puede promover una movilidad inclusiva y equitativa, asegurando el acceso igualitario a recursos y oportunidades para todos los individuos en la sociedad.

Los viajes por acompañamiento son más frecuentes entre las mujeres, quienes desempeñan un papel central en esta actividad. Además, las mujeres tienden a realizar una mayor cantidad de desplazamientos a pie y en transporte público. Estas tendencias reflejan el significativo rol de cuidado que desempeñan las mujeres en la sociedad, ya sea acompañando a niños, adultos mayores u otras personas que requieren apoyo. Para fomentar una movilidad inclusiva, es esencial considerar estas diferencias y diseñar políticas y estrategias que promuevan un entorno seguro y accesible para todas

las personas, especialmente para las mujeres que realizan viajes de acompañamiento y se desplazan a pie.

La implementación de esta metodología ha proporcionado una comprensión más profunda de los motivos de viaje relacionados con el acompañamiento, con datos significativos recopilados de una ciudad latinoamericana. Este enfoque ha permitido profundizar en las dinámicas específicas de movilidad en relación con el cuidado y el apoyo a otras personas. Los resultados obtenidos tienen el potencial de guiar políticas y estrategias más efectivas en el ámbito de la movilidad urbana, especialmente en lo que respecta a la equidad de género y a la creación de un entorno seguro y accesible para todos los usuarios urbanos. Estos hallazgos contribuyen al cuerpo en crecimiento de conocimiento sobre la movilidad en contextos latinoamericanos, enriqueciendo la comprensión global de los desafíos y oportunidades que enfrentan las personas en sus desplazamientos cotidianos.

6. Referencias Bibliográficas

Best, H., & Lanzendorf, M. (2005). Division of labour and gender differences in metropolitan car use. An empirical study in Cologne, Germany. *Journal of Transport Geography*, *13*(2), 109–121. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.04.007

Kawgan-Kagan, I. (2020). Are women greener than men? A preference analysis of women and men from major German cities over sustainable urban mobility. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, *8*. https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100236

Linke, C. C., Maciente, J., Alcalá, A., Palacios, A., Suárez, M., Gómez, M., Ruíz, P., & Pardo, C. (2018). *Transporte y desarrollo en América Latina* (Vol. 1).

Moscoso, M., Ome, L., Rincón, M., Aguirre, K., Felipe Sánchez, C., Lleras, N., & Patiño, M. (2021). *Género y movilidad activa: Acciones para no dejar a nadie atrás en Colombia* (GIZ ColombiaDespacio.org, Ed.). https://www.despacio.org/ portfolio/género-y-movilidad-activa/

Sánchez-De Madariaga, I., & Zucchini, E. (2020). The "mobility of care" in Madrid: Applying innovative criteria for transportation policies. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, *52*(203), 89–102. https://doi.org/10.37230/CyTET.2020.203.08

ÁREAS TEMÁTICAS

PLANEAMIENTO, ECONOMÍA Y MODELACIÓN

AGRAVAMENTO DA TENDÊNCIA DE REDUÇÃO DA DEMANDA POR TRANSPORTE PÚBLICO NA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE E FORTALEZA PÓS PANDEMIA

Rodrigo Juan Martins Cardozo
Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. rodrigo.cardozo@ufpe.br

Iury Ribeiro de Melo
Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. iury.ribeiro@ufpe.br

Maurício Oliveira de Andrade
Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. mauricio.andrade@ufpe.br

RESUMEN

Com a pandemia de COVID-19, o setor de transportes enfrentou desafios significativos, incluindo uma queda acentuada na demanda. Este estudo investiga a recuperação da demanda pós-pandemia na Região Metropolitana de Recife e na cidade de Fortaleza, usando modelos de previsão ARIMA. A análise revela uma perda média de demanda de 26% na RMR e 30% em Fortaleza durante os anos da 2020 a 2022. A recuperação é gradual, mas ambas as cidades ainda operam abaixo das projeções, com uma defasagem média de 14% na RMR e 18% em Fortaleza em 2022. A análise mensal destaca uma semelhança no comportamento das duas regiões na forma com que a pandemia impactou no transporte público.

Conclui-se que a pandemia teve um impacto duradouro no transporte público nessas cidades, destacando a necessidade de subsídios governamentais para garantir a continuidade do serviço em situações atípicas.

1. Introdução

O transporte público coletivo é essencial para as cidades, pois reduz congestionamentos, acidentes de trânsito e poluição do ar, quando comparado ao uso de transporte individual (Testa, 2015; Santos et al., 2019). O transporte coletivo se relaciona diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), principalmente por meio do ODS 11 "cidades e comunidades sustentáveis" e com o ODS 3 "saúde e bem-estar" (ONU, 2015).

A pandemia de COVID-19 trouxe desafios sem precedentes para o transporte público por ônibus. Com as medidas de distanciamento social e de restrições de mobilidade, a demanda pelo serviço despencou drasticamente (NTU, 2021), forçando as empresas a se adaptarem rapidamente para enfrentar a crise. Além disso, a necessidade de manter a segurança dos usuários e funcionários do transporte público exigiu a adoção de medidas sanitárias rigorosas (Grande Recife, 2021; Fortaleza, 2021) que impactaram as finanças do setor (Shortall, Mouter e Wee, 2021; De Vos, 2020).

O anuário da Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano (NTU, 2021) mostra que a demanda de março de 2020 foi cerca de três vezes menor que a do mesmo período de 2019. Nesse contexto, é fundamental analisar a recuperação da demanda do transporte público por ônibus pós pandemia nas grandes cidades brasileiras. Rabay et al. (2021) conduziu um estudo abrangendo um período de dez anos (2007-2017) sobre o comportamento da demanda de transporte público em nove metrópoles brasileiras. Como resultado geral obteve o comportamento declinante da demanda, com formação de quatro clusters com perfis mais homogêneos. Recife e Fortaleza ao longo do período analisado apresentaram comportamento semelhante em termos de valores de tarifas, renda média mais baixa, número de veículos per capita e idade média da frota de ônibus. Essas duas cidades representam importantes centros urbanos do Nordeste brasileiro e exercem grande influência econômica e social na região (Centro de Liderança Pública, 2023). Por essa razão estão juntas neste estudo de caso.

Compreender como o setor de transporte público está se recuperando nessas regiões é de extrema importância para se entender os desafios enfrentados pelo setor e para a mobilidade urbana. Uma forma de avaliar a recuperação da demanda é utilizando séries temporais para projeção de uma demanda tendencial anterior e então compará-la com a demanda atual real. A previsão de demanda é uma parte importante do gerenciamento de operações e logística em muitos setores, incluindo o transporte público (Werner e Ribeiro, 2003; Cecatto e Belfiore, 2015).

Este estudo é guiado pela seguinte questão: qual o impacto da pandemia de COVID-19 na demanda do transporte público? Busca-se analisar a recuperação de passageiros de ônibus após a pandemia de COVID-19 e avaliar o comportamento da recuperação da demanda pelo serviço na Região Metropolitana do Recife (RMR) e na cidade de Fortaleza.

2. Metodologia

Uma série temporal consiste em dados registrados sequencialmente ao longo do tempo, sem a presença de variáveis adicionais que possam influenciar. Nesse contexto, é esperado que a série exiba correlação ao longo do tempo. Os modelos de Box-Jenkins, comumente referidos como ARIMA, são modelos matemáticos desenvolvidos para capturar padrões de autocorrelação entre os valores consecutivos da série temporal. Esses modelos são projetados para analisar e compreender o comportamento sequencial dos dados, permitindo realizar previsões. O modelo ARIMA é representado por três componentes principais: o autorregressivo (AR), o filtro de integração (I) e o componente de médias móveis (MA). Cada componente tem o objetivo de ajustar o modelo aos dados (BOX; JENKINS, 1976). Modelos ARIMA, quando não apresentam sazonalidade são definidos como ARIMA(p,d,q), onde 'p' é o grau do polinômio autorregressivo, 'd' é o número de diferenciações e 'q' é o grau de polinômio de médias móveis. Em casos de sazonalidade (s), utiliza-se o modelo SARIMA, que combina uma parte não sazonal (p,d,q) com uma parte sazonal (P,D,Q)s.

Nesse sentido o método de Box-Jenkins para modelar séries temporais foi aplicado na linguagem R, usando o R Studio versão 2023.3.0.386. Utilizaram-se dados do Grande Recife Consórcio de Transportes (GRCT) e da Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza (ETUFOR). A modelagem foi realizada com dados de janeiro de 2010 a fevereiro de 2020, realizando a previsão do período afetado pela pandemia (março de 2020 a dezembro de 2022). Os resultados da previsão foram comparados com os dados reais. A escolha do melhor modelo seguiu as três etapas do método Box-Jenkins, com testes estatísticos auxiliando em cada fase. Para fazer a previsão utilizando séries temporais é necessário que a ela apresente estacionaridade, que é quando suas propriedades estatísticas não mudam com o tempo. A média, a variância e a autocorrelação permanecem constantes ao longo das diferentes observações temporais. Caso a série temporal não seja estacionária é necessário a transformação da série.

Morretin & Toloi (2018) sugerem que a diferenciação é a técnica de transformação mais comum no modelo ARIMA. A ordem de integração (d) indica o número de

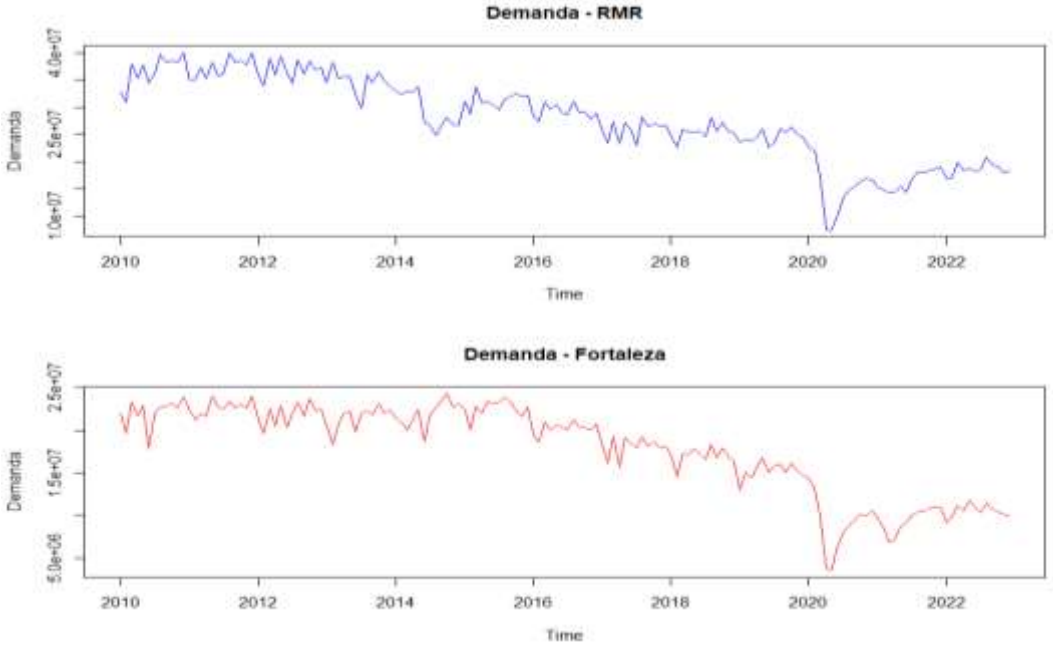
diferenciações necessárias para tornar a série estacionária. A construção do modelo Box-Jenkins envolve um ciclo iterativo, com escolha do modelo baseado nos próprios dados. Três etapas (identificação, estimação e verificação), detalhadas na sequência, são destacadas para a construção do modelo. Identificação: Além das análises gráficas recomendadas por Box-Jenkins, ACF e PACF, foram empregados os testes Ljung-Box, Dickey Fuller e o Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin para avaliar a presença de autocorrelação e a estacionaridade da série. Estimação: Utilizou-se a função auto.arima do pacote 'forecast' na linguagem R, através do software R Studio. Essa função seleciona o melhor modelo para previsão a partir de diversas combinações. Verificação: Nesta fase, a normalidade dos resíduos foi analisada para validar o modelo, tanto de maneira gráfica, conforme sugerido pelos autores, quanto por meio do teste de Shapiro-Wilk.

Definido o melhor modelo ARIMA, foi feita a previsão da demanda para os 34 meses subsequentes (março de 2020 a dezembro de 2022) e em seguida a previsão foi comparada com os dados reais do mesmo período.

3. Resultados e discussões

As séries temporais em estudo representam a quantidade de passageiros equivalentes da Região Metropolitana do Recife e da cidade de Fortaleza, com dados de 2010 até dezembro de 2022, totalizando 144 dados disponíveis (Gráfico 1). O gráfico apresenta a série temporal da demanda de passageiros equivalentes ao longo dos anos, na qual o eixo y representa a quantidade de passageiros equivalentes; e, o eixo x, os anos/meses correspondentes à coleta de dados. Para previsão da demanda durante a pandemia foram utilizados apenas os dados correspondentes a janeiro de 2010 a fevereiro de 2020. Em março de 2020 entraram em vigor os decretos de restrição de circulação que impactaram diretamente na demanda (PERNAMBUCO, 2020; CEARÁ, 2020).

Gráfico 1: Demanda x Ano de passageiros equivalente da RMR e Fortaleza de 2010-2022.

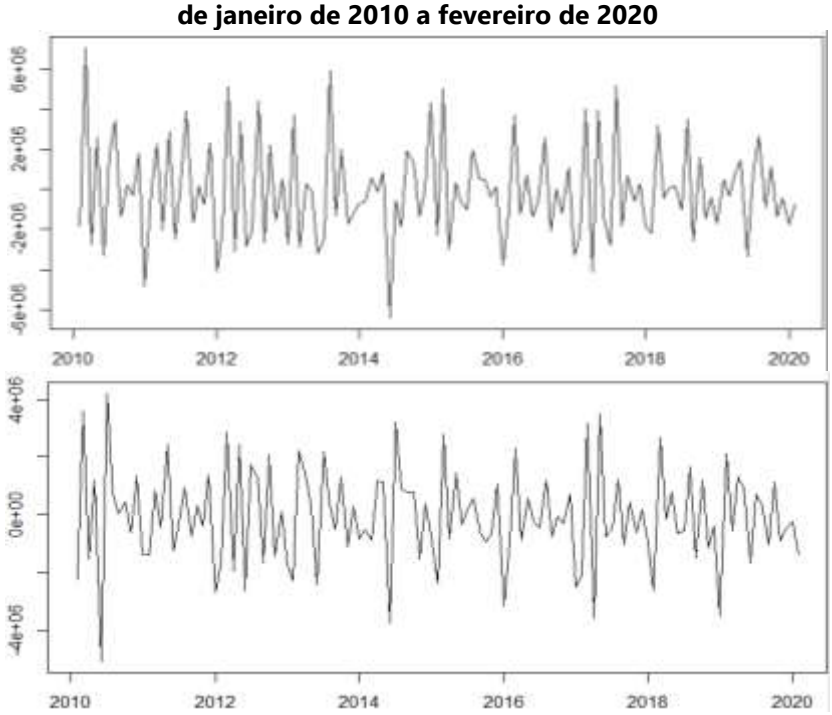


Fonte: Autores

Na primeira etapa para a previsão, a identificação da condição estacionária e da existência de autocorrelação, foi feito o teste Ljung-Box, que apresentou p-valor ≤ 0,05 indicando que a série é autocorrelacionada. A Análise gráfica da ACF e da PACF mostram que a série é não estacionária para a ACF, já o PACF indica forte autocorrelação no primeiro lag e fracas nas demais, assim a estacionariedade será confirmada pelos outros testes. Para os testes KPSS e Dickey Fuller a um intervalo de confiança de 5%, as séries são não estacionárias, sendo necessário transformá-las.

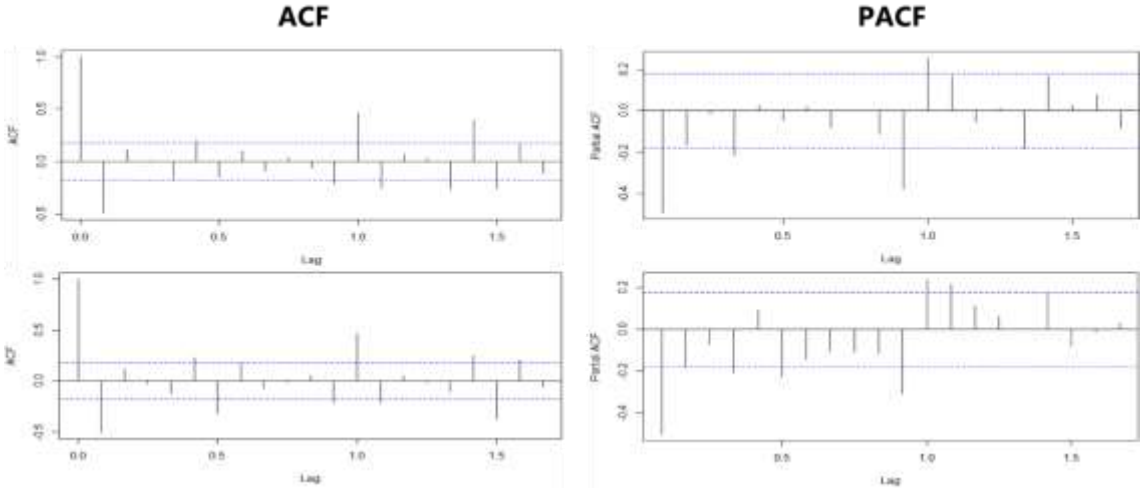
Após diferenciação, graficamente a série se apresenta estacionária (Gráfico 2) além do ACF e PACF (Gráfico 3), porém foram aplicados os testes Dickey Fuller e o Teste KPSS para validação, ambos indicando que as séries são estacionárias. O teste Ljung-Box continuou apresentando p-valor ≤ 0,05 indicando que as séries continuam autocorrelacionadas.

Gráfico 2: Diferenciação da Demanda x Ano de passageiros equivalente da RMR e de Fortaleza, de janeiro de 2010 a fevereiro de 2020



Fonte:Autores

Gráfico 3: Funções de autocorrelações (ACF) e de autocorrelações parciais (PACF) da diferenciação da RMR e de Fortaleza

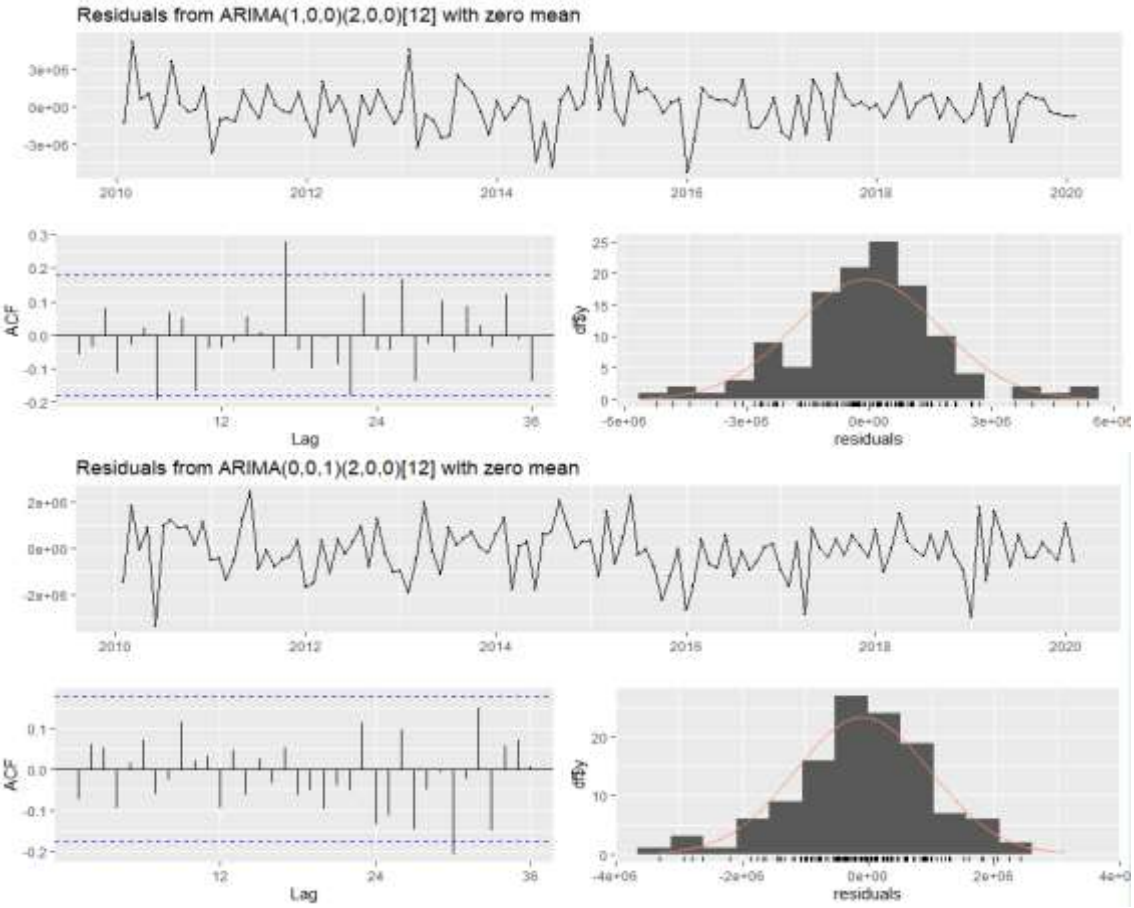


Fonte: Autores

Com a série estacionária foi feita a etapa de estimação, aplicando à série a função auto.arima do pacote forecast do R Studio que determinou o melhor modelo SARIMA(1,0,0)(2,0,0)[12] para a RMR e o modelo SARIMA(0,0,1)(2,0,0)[12] para Fortaleza. Ambos os modelos indicaram sazonalidade com valor de 12, o que sugere sazonalidade anual nos dados. Essa característica também pode ser verificada no ACF onde o lag de valor 1 apresenta autocorrelação com os dados.

Na etapa de verificação foi feita a análise dos resíduos (Gráfico 4) para checar a normalidade e assim confirmar sua viabilidade. Essa análise mostra que apresentam curva normal, confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk com p-valor ≤ 0,05. Essa etapa de validação com os resíduos normalizados define que o modelo não apresenta tendências. Assim seguiu-se para a realização da previsão.

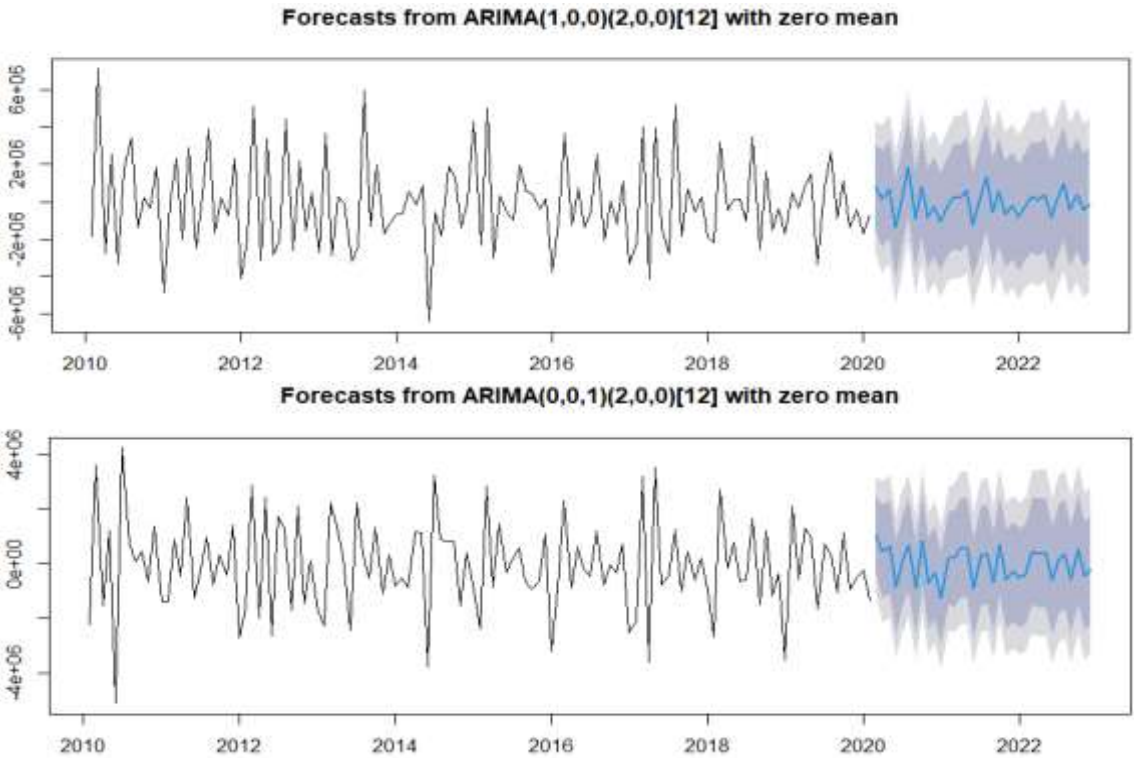
Gráfico 4: Comportamento dos resíduos do modelo estimado da RMR e de Fortaleza.



Fonte: Autores

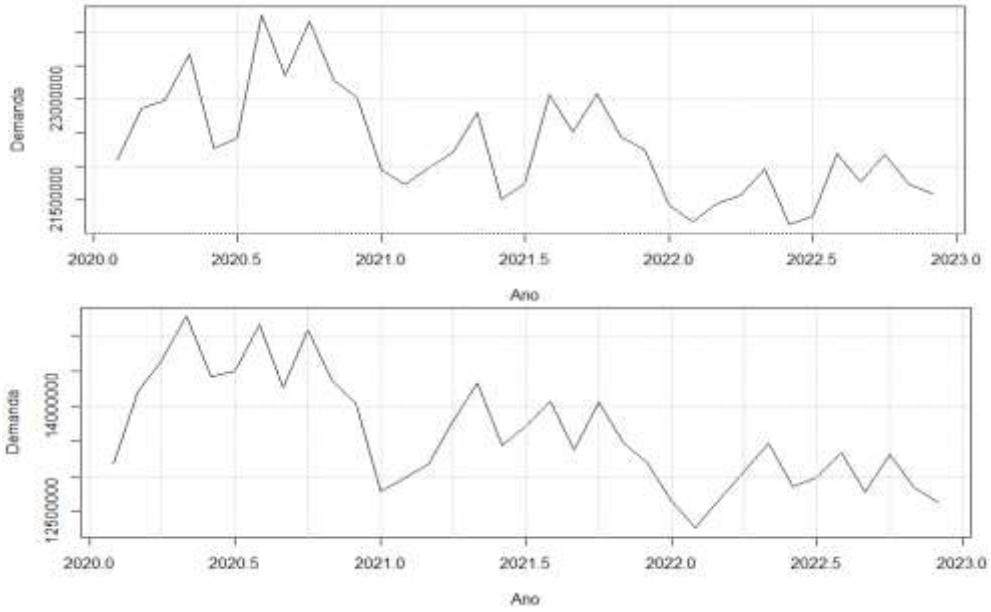
Para os modelos foram solicitadas 34 previsões na série temporal a partir de março de 2020 a dezembro de 2022 (Gráfico 5). Esses meses correspondem à demanda impactada pela pandemia. Em seguida foi feita a reversão da diferenciação, obtendo assim a série temporal da demanda prevista sem considerar a pandemia (Gráfico 6).

Gráfico 5: Previsão utilizando a série temporal da diferenciação da RMR e de Fortaleza



Fonte:Autores

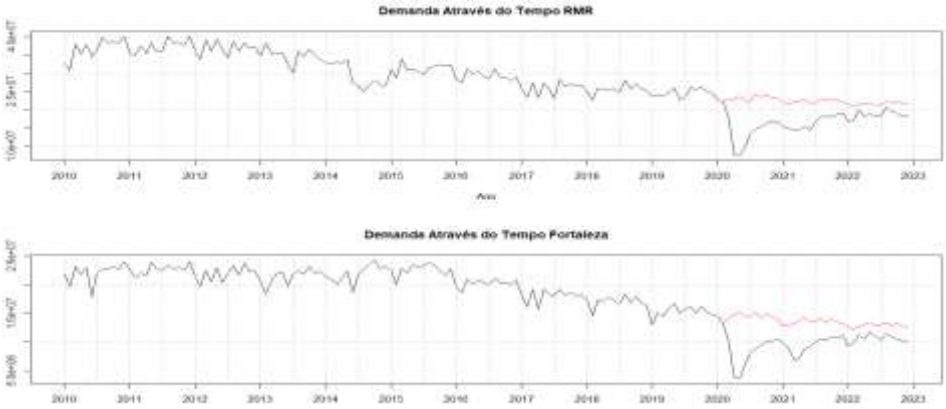
Gráfico 6: Série temporal após reversão da diferenciação da RMR e de Fortaleza



Fonte: Autores

De posse da previsão dessa demanda, seguiu-se a plotagem dos gráficos da demanda real ao longo do tempo (Gráfico 1) com a previsão da demanda sem a pandemia (Gráfico 6) que resultou no Gráfico 7.

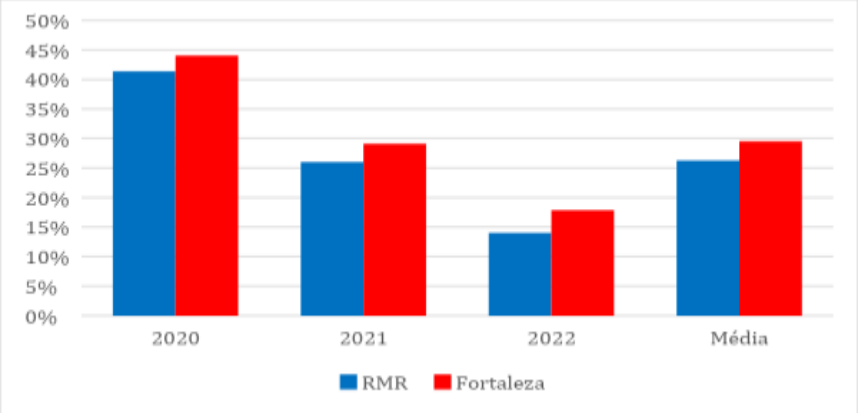
Gráfico 7: Série temporal de 2010 a 2022 da RMR e de Fortaleza, real (preto) e projetada (vermelho)



Fonte: Autores

O Gráfico 8 sintetiza a perda da demanda, diferença entre a projeção e a real, por ano, e mostra uma recuperação gradual da demanda. Os resultados mostram que a demanda perdida pela pandemia não foi recuperada (defasagem média de 26% na RMR e 30% em Fortaleza). A recuperação vem sendo gradual, porém o sistema ainda opera abaixo da previsão, a RMR 14% e Fortaleza 18% abaixo no ano de 2022.

Gráfico 8: Síntese da perda de demanda por ano da RMR e de Fortaleza

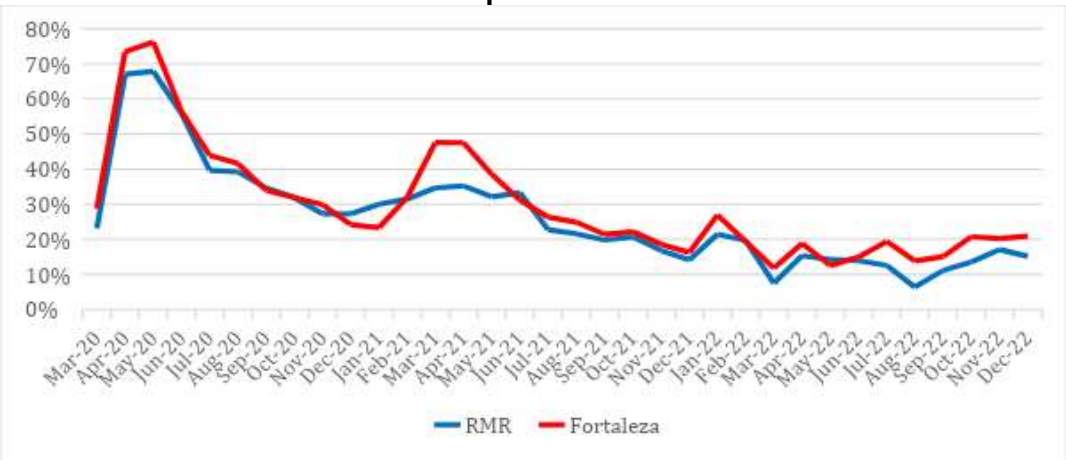


Fonte: Autores

O Gráfico 9 mostra a recuperação ao longo dos meses em %. Esse gráfico permite verificar o comportamento das duas cidades na recuperação da demanda, porém os dados em % indicam uma perda maior ainda não recuperada em Fortaleza. Outro dado importante é o pico da queda da demanda, ocorrendo igualmente no mês de maio de 2020, onde a RMR apresentou uma queda de 68% (pouco mais de 16 milhões de passageiros equivalentes) e Fortaleza de 76% (pouco mais de 11,5 milhoes de passageiros equivalentes). Apesar de iniciada no mês de março de 2020, o pico da defasagem só foi observado em maio, pois os decretos datam da metade do mês de março. Fortaleza ainda apresenta outra queda nos meses de fevereiro a abril de 2021,

momento em que se teve a quarta onda da pandemia. Esse evento só demonstra como existe correlação entre a queda da demanda e a pandemia da COVID19.

Gráfico 9: Perda de demanda por mês em % da RMR e de Fortaleza



Fonte: Autores

Porém uma análise em dimensão mostra que a RMR teve uma perda maior que Fortaleza em números absolutos de passageiros equivalentes, com déficit médio nos 34 meses analisados de 6.134.934 por mês, com a defasagem média mensal de 9.600.604 em 2020, 5.783.996 em 2021 e 3.020.203 em 2022. Fortaleza também segue a tendência mas com menor dimensão, com déficit médio nos 34 meses analisados de 4.238.908 por mês, com defasagem média mensal de 6.465.333 em 2020, 3.943.253 em 2021 e 2.302.138 em 2022.

4. Conclusões

O caso em estudo comparou a previsão da demanda de transportes públicos nos períodos de março de 2010 a dezembro de 2022 com os dados reais impactados pela pandemia em Recife e Fortaleza. Essa comparação é importante para se estimar o quanto os sistemas dessas cidades perderam durante a pandemia de COVID-19.

A análise das séries temporais de demanda em Recife e Fortaleza durante a pandemia de COVID-19 revelou comportamentos bastante semelhantes. A perda significativa de demanda e a lenta recuperação sugerem que fatores comuns, possivelmente associados a fatores socioeconômicos impactaram de maneira homogênea o transporte público.

Ao mesmo tempo tem se observado a tendência de queda apresentada pelas séries temporais projetadas, porém, mesmo assim a retomada pós pandemia ainda não se

igualou ao que era previsto. Indicando a existência de uma perda real ocasionada pela pandemia de 14% na RMR e 18% em Fortaleza no ano de 2022. Essa comparação faz mais sentido utilizando a previsão da série temporal ao invés de se comparar com o ano anterior.

No mês de maio de 2020 o sistema operou com um déficit de 68% na RMR e 76% em Fortaleza, uma perda de receita e um custo irreversível para o sistema. Faz-se necessária uma análise de como as operadoras lidaram com essa queda da demanda, pois o provável é que a oferta tenha sofrido redução. O que pode ter impactado diretamente a saúde pública, pois a redução da frota pode ter ocasionado superlotações e contribuído para disseminação do vírus.

Visto que o transporte público é um serviço essencial, a solução seria um subsídio do poder público para que os operadores não necessitem regular a oferta de acordo com a demanda. Assim o operador não seria obrigado a absorver o prejuízo causado pela queda da demanda para manter a continuidade do serviço.

Esse trabalho traz uma ferramenta que pode ser utilizada tanto pelo poder público, auxiliando na tomada de decisão de políticas a serem utilizadas em diferentes cenários, quanto pelos operadores, para o dimensionamento da frota. Também verifica que eventos aleatórios tem efeitos na demanda por transporte público, demonstrando que esse setor é muito sensível a mudanças e fortemente impactados

Para trabalhos futuros recomenda-se que seja feita uma análise do comportamento das operadoras durante o período pandêmico, associando as flutuações de oferta e demanda do transporte com o número de infectados, óbitos e vacinados na área de estudo.

5. Referências Bibliográficas

Associação Nacional Das Empresas De Transportes Urbanos (2021). Anuário NTU 2020-2021. Disponível em: https://ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub637677328510412847.pdf. Acesso em: 05 jun. 2023.

BOX, G.; JENKINS, G. Time series analysis forecasting and control. San Francisco: Holden-Day, 1976.

CECATTO, C.; BELFIORE, P. (2015) O uso de métodos de previsão de demanda nas indústrias alimentícias brasileiras. Gestão & Produção, v. 22, n. 2, p. 404–418.

CENTRO DE LIDERANÇA PÚBLICA (2023) Ranking De Competitividade Dos Municípios. Ed. 4. Disponível em: https://municipios.rankingdecompetitividade.org.br. Acesso em: 16 set. 2023

DE VOS, J. (2020) The effect of COVID-19 and subsequent social distancing on travel behavior. 5. 10.1016/j.trip.2020.100121.

FORTALEZA, PREFEITURA MUNICIPAL DE. (2021) Prefeitura de Fortaleza reforça higienização contra o novo coronavírus nos sete terminais de ônibus. Disponível em: https://www.fortaleza.ce.gov.br/noticias/prefeitura-de-fortaleza-reforca-higienizacao-contra-o-novo-coronavirus-nos-sete-terminais-de-onibus. Acesso em: 16 set. 2023.

GRANDE RECIFE (2021) Grande Recife reforça sanitização, limpeza, distribuição de máscaras e aplicação de álcool em gel. Disponível em: https://anterior.granderecife.pe.gov.br/2021/07/19/grande-recife-reforca-sanitizacao-limpeza-distribuicao-de-mascaras-e-aplicacao-de-alcool-em-gel/. Acesso em: 16 set. 2023.

MARIÑAS-COLLADO, I. et al. (2022) Clustering and Forecasting Urban Bus Passenger Demand with a Combination of Time Series Models. Mathematics, v. 10, n. 15.

ONU (2015) Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentável. Acesso em: 10 mai. 2023.

PERNAMBUCO, Decreto nº 48.809, de 14 de março de 2020. Regulamenta medidas temporárias para enfrentamento da emergência decorrente do coronavírus responsável pelo surto de 2019.

CEARÁ, Decreto nº 33.510, de 16 de março de 2020. Decreta situação de emergência em saúde e dispõe sobre medidas para enfrentamento e contenção da infecção humana pelo novo coronavírus.

RABAY, L. et al. A portrait of the crisis in the Brazilian urban bus system: An analysis of factors influencing the reduction in usage. Case Studies on Transport Policy, v. 9, n. 4, p. 1879–1887, 1 dez. 2021.

SANTOS, P. L. et al. (2019) Nível de serviço do transporte público urbano coletivo em Brasília. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 5, n. 3, p. 2333-2345.

SHORTALL, R. & MOUTER, N. & WEE, B.. (2022) COVID-19 and transport. A review of factors of relevance to the design of measures and their effects worldwide. European Journal of Transport and Infrastructure Research. 118-130. 10.18757/ejtir.2022.22.1.5597.

TESTA, J. F. (2015) A poluição atmosférica por veículos automotores na Região Metropolitana de São Paulo: causas e impactos. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, p. 1209-1221.

WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. (2006) Modelo Composto Para Prever Demanda Através Da Integração de Previsões. Production, vol. 16, no. 3, pp. 493–509, https://doi.org/10.1590/s0103-65132006000300011.

NOTA: Agradecimento a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo apoio a realização desse trabalho (processo nº IBPG-1314-3.01/22) e Grande Recife Consórcio de Transporte (GRCT) e a Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza (ETUFOR) pelo fornecimento dos dados.

RECOMENDACIÓN MULTICRITERIO DE LA UBICACIÓN DE PARQUES, GIMNASIOS BIOSALUDABLES Y ZONAS DE ESPARCIMIENTO EN MANIZALES

Andrés Murcia Hernández
Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Manizales, Colombia. anmurciah@unal.edu.co

Diego Alexander Escobar García
Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Manizales, Colombia. daescobarga@unal.edu.co

William Ariel Sarache Castro
Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Manizales, Colombia. wasarachec@unal.edu.co

RESUMEN

Se describe la elaboración de una superposición ponderada en un análisis Multicriterio [SPAM] ayudándose con diversas herramientas dispuesta en diferentes sistemas de información geográfica y a su vez, guiándose del método Analytic Hierarchy Process [AHP] para darle un porcentaje de importancia intrínseco a cada criterio el cual funciona como mecanismo objetivo para la toma de decisiones. Este proyecto se plantea para la ciudad de Manizales, Colombia proponiendo la instalación o adecuación nuevas zonas de espacios público efectivo, parques y gimnasios biosaludables bajo el supuesto de la correlación directa entre las enfermedades y la accesibilidad a espacios de esparcimiento. Se plantea haciendo una comparación midiendo los beneficios entre un escenario inicial y un escenario futuro los cuales obedecen cuatro criterios (Accesibilidad a Parques y Gimnasios Biosaludables, Índice de Espacio Público Efectivo, Tasa de Edades e índice de Tendencia de Padecer Enfermedades Mentales y Cardiovasculares).

1. Introducción

La planeación urbana y los movimientos territoriales estratégicos juegan un papel fundamental en la actualidad de muchas de las ciudades colombianas, todo esto, graciasa las nuevas corrientes que intentan dar apoyo a los pensamientos inclusivos, progresistas y que buscan no solo el bien personal sino común; Manizales, aunque es una ciudad queaún se encuentra en proceso de crecimiento y se caracteriza por sus personas cultas y amables, aún tiene ciertas problemáticas que se han intentado corregir con diferentes estrategias objetivas y argumentadas científicamente.

Algunas de estas problemáticas señalan a un gran porcentaje de personas (en su mayoría de la tercera edad) que presentan limitaciones físicas y enfermedades cardiovasculares, (Comité Municipal de Discapacidad de Manizales, 2015) principalmente desencadenadaspor el sedentarismo, hábitos alimenticios y toda una vida de trabajo arduo; además, las enfermedades mentales presentadas mayormente en personas jóvenes y en la etapa de adultez temprana (Delgado L. P., et al, 2017) que en muchos casos desembocan en el suicidio, han sido flagelo para la población manizaleña, la cual, lastimosamente, no poseela suficiente información para tratar el tema con la importancia que se merece. Además, aunque la ciudad está situada en el eje cafetero colombiano y cuenta con grandes áreas de espacio verde como zonas veredales y reservas naturales, estas no generan, en los habitantes de algunas zonas del casco urbano, impactos tan significativos como se esperarían pese a su inaccesibilidad.

Para aportar a la solución ya sea total o parcial de las problemáticas identificadas desde el área de planificación urbana y el tránsito y transporte, es válida la remisión a las diversasinvestigaciones y estudios que señalan la correlación directa entre la ubicación de los espacios verdes o de esparcimiento y la salud tanto física como mental de los habitantes(Astell-Burt, T. & Feng, X., 2019) "Encontramos una asociación negativa consistente entrela exposición a espacios verdes urbanos y la mortalidad, la frecuencia cardíaca y la violencia, y una asociación positiva con la atención, el estado de ánimo y la actividad física"(McKeon, 2018).

Siguiendo con la misma corriente, se realiza una superposición ponderada en un análisis multicriterio [SPAM] (Pinzón E., 2015) guiándose de cuatro parámetros establecidos y repartidos según su importancia respectiva; (1) Índice de Espacio Público Efectivo [EPE] (Aristizabal, J. M. et al, 2021), (2) Cálculo de Accesibilidad Geográfica [AG] (Hansen, W., 2007) a los puntos de interés que para efectos del proyecto están comprendidos por parques ornamentales e infantiles, gimnasios biosaludables y escenarios deportivos netamente públicos; (3) Índice de tendencia al

padecimiento de enfermedades mentales y cardiovasculares [ITEMC] y (4) la tasa poblacional de los grupos etarios escogidos discretizada por comunas [TPGE] (Barrera, A., 2022); cada una de estas cuatro variables tiene un porcentaje de importancia intrínseco determinado por el método cuantitativo de comparación por pares, Analytic Hierarchy Process [AHP] (Nantes, E. A., 2019) los cuales, sumados, conforman el centenar porcentual del SPAM.

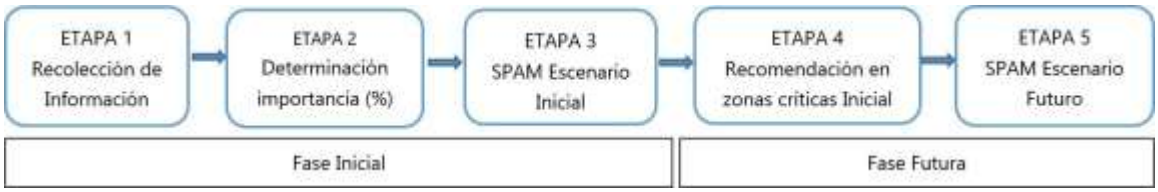
El proyecto se plantea dividiéndose en dos fases, (1) la fase inicial que corresponde a la situación actual de la ciudad y (2) la fase futura que tiene en cuenta no solo los parques, gimnasios biosaludables y espacios de esparcimiento existentes sino también la adición de varios de estos elementos en las localizaciones dictadas por los resultados del análisisde la fase (1).

Todo esto dando paso a la identificación de las zonas de Manizales en las que las entidades competentes deberían realizar estrategias en pro de un mejoramiento integralde la población y una mayor equidad social. Además, con la implementación de los nuevoselementos se da un paso importante en el planteamiento del concepto de ciudad en 15 minutos, el cual es un término acuñado por el profesor Carlos Moreno en el 2011.

2. Metodología

Para mejor entendimiento de la metodología utilizada, esta se representa en el siguientediagrama de flujos en donde se especifican las diferentes etapas.

Figura 1 Diagrama de Flujo



2.1. Etapa 1. Para el correcto manejo de la información y poder hacer comparables lasvariables se deben organizar primeramente en zonas específicas que funcionen como subgrupos poblacionales y así diferenciar e identificar las condiciones de cada una de estas. Para esto, se aprovecha no solo los límites geográficos del casco urbano de Manizales (Geo portal alcaldía de Manizales, 2017) sino también la repartición de las oncecomunas de la ciudad (Geo portal alcaldía de Manizales, 2020), las cuales, corresponden en orden respectivo a (1) Atardeceres, (2) San José, (3) Cumanday, (4)

La Estación, (5) Ciudadela del Norte, (6) Ecoturístico Cerro de Oro, (7) Tesorito, (8) Palogrande, (9) Universitaria, (10) La Fuente y (11) La Macarena.

La información correspondiente a las áreas de espacio público efectivo [EPE] en la ciudad de Manizales es tomada del Laboratorio de Innovación Pública de Manizales, de la Secretaría de Planeación Urbana y diferentes herramientas como información geográficavoluntaria (IGV) sintetizada en Open Street Maps (OMS) ya que esta, después de su fundación, se ha convertido en el mejor ejemplar de la información geográfica voluntaria [IGV] de internet. (Arsanjani, J., et al., 2015). Este índice es calculado con ayuda del sistemade información geográfica [SIG] ArcMap realizando un "recorte" de las áreas de espacio público efectivo con el área de la comuna que corresponda, seguido de la división entre el número total de la población de la comuna [NPC] respectiva, información validada para2021 por las proyecciones poblacionales dadas por la alcaldía de Manizales (Laboratorio de innovación Pública de Manizales, 2022). Obteniendo la tasa en las unidades [m^2/Habitante/Comuna], tal y como se muestra en la siguiente ecuación donde "i" es el número que corresponde a cada comuna.

$$\frac{EPE\ de\ comuna\ i\ (m^2)}{NPCi}$$

El cálculo de accesibilidad geográfica [AG], se emplea en el campo de la planificación Urbana ya que es un modelo de la medida de la separación espacial o temporal de la actividad humana, mediante el uso de modos de transporte disponible (Morris et al., 1979). Para efectos del proyecto, este cálculo se guía de la información suministrada por la coordinación de escenarios de la ciudad y en conjunto con la georreferenciación de la red peatonal de la misma se utiliza el software de macro modelación de transporte TransCAD considerando como facilities los parques y gimnasios biosaludables, los cualesson máquinas instaladas en lugares públicos que permiten por medio de ejercicios de movilidad, flexibilidad y resistencia, el mejoramiento de la salud general y el estado físicode la población. (Méndez, A. L. B., 2020).

El índice de tendencia al padecimiento de enfermedades mentales y cardiovasculares [ITEMC] es considerado ya que, por un lado, para el 2020, Manizales ocupaba con una tasade 8.07, el octavo puesto entre las ciudades colombianas con mayor tasa de comportamientos suicidas a nivel nacional (Franco, L., 2020) y para el año 2023 la tasa presentó un incremento hasta 9.82 (siismanizales, 2024) lo que hace que el número de personas con tendencia a padecer enfermedades mentales [PTEM] sea una variable crítica a trabajar. Por otro lado, la información del número de personas con de tendencia al padecimiento de enfermedades cardiovasculares [PTEC], es extraída de

la información expuesta por el Sistema de Información Comunidades con Autocuidado Promotora de Salud [SI-CAPS] en el 2022 y por la campaña de Análisis de Situación de Salud [ASIS] de Manizales en el 2021, todo esto para poder discretizar la información correctamente, calcular el índice tal y como se muestra en la siguiente ecuación donde "i" es el númeroque corresponde a cada comuna.

$$\left(\frac{PTEM\ de\ comuna\ i}{NPCi} + \frac{PTEC\ \ de\ \ comunai}{NPCi}\right) * 100000$$

Finalmente, basándose en la información expuesta en el laboratorio de innovación de Manizales en la sección de población, se divide la población total en cuatro grupos etarios,los cuales están comprendidos por: jóvenes (0 a 24 años), adultos jóvenes (25 a 49 años),adultos mayores (50 a 74 años) y tercera edad (mayores a 75 años); de los cuales, para efectos de este proyecto se escogen como población objetivo el primer y último grupo etario nombrados respectivamente; esto con la idea de que las personas jóvenes y de la tercera edad tienes mayor oportunidad de aprovechar los escenarios planteados por no ser, en su mayoría, tan cargador laboralmente; además, estos grupos son los que tienen una mayor tendencia a padecer enfermedades físicas como las cardiovasculares como mentales como la ansiedad o la depresión. Para el cálculo de la tasa de edades [TPGE], setoma el número de personas pertenecientes al grupo etario trabajado [PGE] y se divide entre el número total de la población de la columna y finalmente se suman, tal y como semuestra en la siguiente ecuación en donde "i" es el número que corresponde a cada comuna trabajada.

$$\frac{PGE\ jóvenes}{NPCi}\left(\frac{}{NPCi} + \frac{PGE\ tercera\ edad}{}\right)$$

2.2. Etapa 2. El método Analytic Hierarchy Process [AHP], funciona principalmente conla escala de valores desde el valor de 9 hasta el de 1/9, los cuales permiten pasar de una posición cualitativa a una cuantitativa en donde el valor de 1 corresponde a una "igualdad de importancia", el valor de 9 corresponde a una "importancia absoluta" y asimismo el valor de 1/9 corresponde a "sin importancia absoluta". Ahora bien, esta escala es utilizadapara realizar las comparaciones de las variables por pares, con las cuales se forma la matrizde comparación jerárquica en la cual, en todo momento, los elementos de la diagonal principal serán 1.

El cálculo de los porcentajes de importancia está basado en algunos valores que a su vezse calculan basándose en de los valores otorgados a las variables según la escala nombrada anteriormente, además, Como el método AHP soporta la comparación

entre múltiples variables, este mide su confiabilidad y consistencia con diversos valores. Estas ecuaciones se muestran en la figura 2 donde "n" corresponde al número de variables (4 en este caso) e "i" es la variable comparada (columnas en la figura 2) o a comparar (filas en la figura 2), estas son: Wi = Peso normalizado de cada variable a comparar. Cfi = Coeficiente de importancia de la variable a comparar. Pi = Sumatoria de los valores dadosa la variable comparada. λi = Coeficiente individual de la variable a comparar.

λmax = Sumatoria de todos los λi. Ci = Índice de Inconsistencia del sistema.
Rci = Coeficiente Aleatorio de Saaty. CR = Razón de Inconsistencia del sistema (entre 0 y0.1).

2.3. Etapa 3. Dando uso al sistema de información geográfico ArcMap con su herramienta "Weighted Overlay" procedemos a limpiar y re-clasificar las variables para ejecutar a cabalidad el SPAM inicial, otorgándole a cada criterio el porcentaje de importancia anteriormente calculado. Este procedimiento, después de hacerse efectivo, da paso a la identificación de las zonas de la ciudad con valores de atención más críticos (Zona 4), esto, además de mostrar cualitativamente la situación de la ciudad, cierra el áreade enfoque.

2.4. Etapa 4. Según los resultados obtenidos en la Etapa 3, se realizan diferentes recomendaciones en las zonas críticas (Zona 4), estas consisten en la propuesta de colocación de nuevos parques y gimnasios biosaludables [4.1] que mejoren las condiciones de accesibilidad. De la misma manera, se proponen nuevos espacios de esparcimiento [4.2] que, a su vez, puedan mejorar las condiciones en ciertas comunas delíndice de espacio público efectivo.

Para la recomendación 4.1, se recurre a diversas variables demográficas que se pueden obtener de los archivos obtenidos en el geoportal correspondientes al Marco Geoestadístico Nacional [MGN] integrado con el Censo Nacional de Población y Vivienda[CNPV] hecho por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE] en el 2018 (Geoportal DANE, 2021). Según la información que este archivo contiene, se procedea la selección de las zonas "ideales", las cuales son identificadas luego de haber cumplidolos siguientes cinco sub criterios; primero, que la manzana tenga lotes sin construir; segundo, que sea una zona verde sin el debido aprovechamiento; tercero, que no sean consideradas zonas industriales; cuarto, que no hagan parte de alguna reserva natural y quinto, que esté ubicado sobre las zonas críticas del SPAM inicial. Luego de realizar este filtro de información, se identifican diversas manzanas "ideales" en la que en su mayoría se hace efectiva la

recomendación, dando como resultado veintiún puntos nuevos que corresponden a parques y gimnasios biosaludables.

Para la recomendación 4.2 se toma de manera académico-práctica proponiendo catorce áreas de espacio público nuevas los cuales corresponden a: carrera 23 entre las calles 19 y 31; calle 24 entre carrera 22 y 23 o también llamada calle del tango; calle 33 entre carrera19 y 22 junto con las aceras transversales; cancha de futbol del barrio Marmato; Bulevar de la 48; zona verde en el barrio las Colinas; zona verde en el barrio Camilo Torres; canchasecundaria del barrio el Carmen; zonas verdes de edificios del barrio Estambul; zona verde del CAI del barrio Estambul; zona verde del barrio Peralonso; Bulevar de la 19; velódromode la Universidad de Caldas y cancha de futbol de la carrera 27. Dando como resultado 50100 m^2 aproximadamente de nuevo espacio público efectivo.

2.5. Etapa 5. Teniendo ya listos los criterios planteados para el mejoramiento de las condiciones del SPAM (Etapa 4). Se aborda de la misma manera que se abordó la Etapa 3.Reclasificando, limpiando y organizando la información y procediendo de nuevo a plantear un nuevo análisis SPAM con ayuda de la herramienta "Weighted Overlay" del sistema de información geográfico ArcMap, Este replanteamiento apunta a una reducciónde l área de la Zona 4 ya esta es traducida para la población manizaleña, según el análisis,como la que está en peor condición integralmente hablando y de esta manera, lo que provocaría que estas personas ya se vean amparadas por las curvas de las demás zonas.

3. Resultados y discusión

Con el debido planteamiento y cálculo, se obtiene un CR = 0.0808 que indica un sistemaconsistente habiendo realizado la comparación por pares en el método Saaty lo que permite otorgar el porcentaje de importancia a cada uno de los criterios. Figura 2.

Figura 2 Implementación de Matriz Saaty

	AG	ITEMC	EPE	TPGE	Wi	Cfi
AG	1	0,50	0,50	3	0,9	21%
ITEMC	2	1	2	2	1,7	38%
EPE	2	0,50	1	4	1,4	32%
TPGE	0,33	0,50	0,25	1	0,5	10%
Pi	5,33	2,50	3,75	10,00	4,48	**100%**

$$We = (C1 * C2 * \cdots * Cn)^{\frac{1}{n}}$$

$$Ce = \frac{We}{\Sigma We}$$

$$\lambda e = Ce * Pe$$

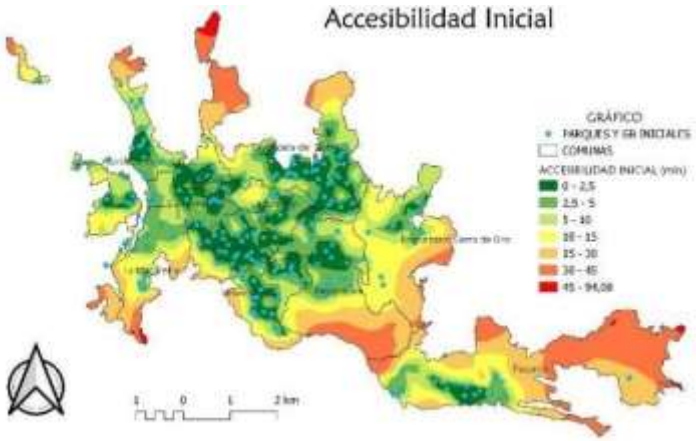
$$Ce = \frac{\lambda max - n}{n - 1}$$

$$Rce = \frac{1{,}98 * (n - 2)}{n}$$

$$CR = Ce/Rce$$

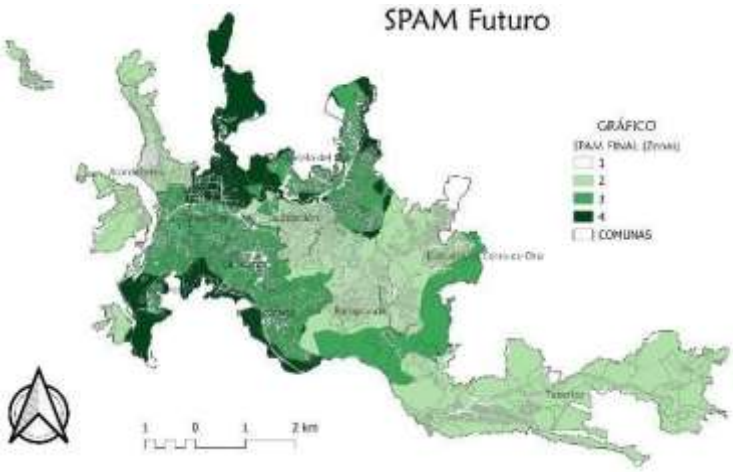
Como resultado del análisis de accesibilidad del escenario inicial se obtiene el gráfico planteado en la Figura 3, en donde se observan las diferentes curvas isócronas de los tiempos invertidos en caminata por las personas en la ciudad. Esta muestra en tonalidades rojizas las zonas a las cuales se les apunta para su reducción con colocación de nuevos parques y gimnasios biosaludables.

Figura 3 Análisis de Accesibilidad de Escenario Inicial



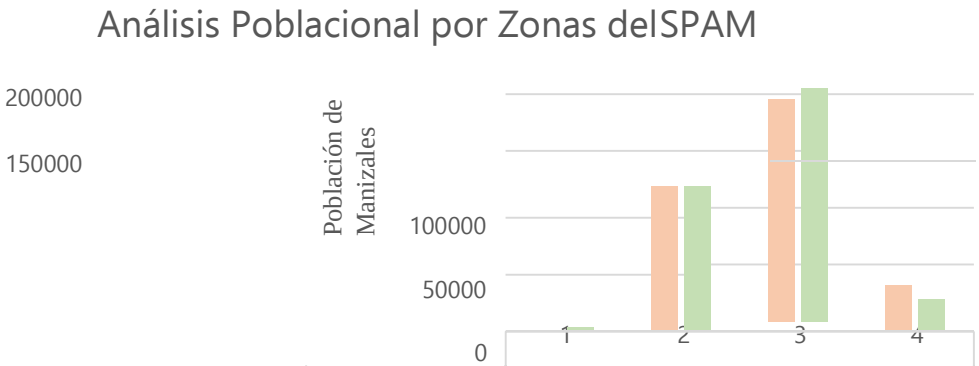
Como resultado del SPAM futuro se genera el mapa de la figura 4, en donde se pueden evidenciar las zonas más críticas (3 y 4) que no se pudieron beneficiar con las recomendaciones planteadas por las diferentes circunstancias que estas atraviesan.

Figura 4 Análisis SPAM de Escenario Futuro



Al realizar exitosamente todos los procedimientos necesarios, se procede a realizar un análisis poblacional para una mejor compresión de los resultados. En la figura 5, se muestra el gráfico comparativo de los análisis SPAM de las fases inicial y futuro respectivamente junto con los números correspondientes a la población que allí habita.

Figura 5 Gráfica del Análisis Poblacional



	1	2	3	4
SPAM INICIAL	420	127797	195787	40821
SPAM FUTURO	3345	127936	205119	28420

Con las recomendaciones planteadas, podemos evidenciar una mejoría en la ciudadanía manizaleña (Cambio de zona) que se traduce en un aproximado de 25000 personas o 7%de la población para el 2021, esto, corresponde a una reducción del 50% del total de la población de zona 4; un incremento del 37.6% de personas ubicadas zona 3; un incremento de 0.6% de personas en zona 2 y un incremento de 11,8% para el número depersonas de zona 1.

Las propuestas de nuevos espacios de esparcimiento en la ciudad que permitan incrementar el índice de espacio público efectivo en algunas comunas, son una muestra de apoyo a los objetivos planteados por el Plan de Ordenamiento Territorial

de Manizalesen donde se proponen llegar a un índice total de 15 m^2/habitante (Plan de OrdenamientoTerritorial del Municipio de Manizales, 2015).

4. Conclusiones

Las entidades competentes de la ciudad de Manizales deben de tomar acciones para reducir las tendencias al padecimiento de enfermedades mentales como ansiedad y depresión ya que, según estadísticas, los intentos de suicidios van con tendencia ascendentes y aún no se le ha dado la importancia que merece sabiendo que Manizales es una de las ciudades con mayores tasas de suicidio.

Las columnas más afectadas para términos de este proyecto son la comuna San José, Ciudadela del Norte y La Macarena siendo estas mismas, las columnas con mayor número de personas ubicadas en zonas de estratos socioeconómicos bajos (1 y 2) por lo cual, también se recomienda a las entidades competentes, realizar campañas que favorezcan almejoramiento integral de estas personas.

La metodología planteada para este proyecto es una herramienta útil y eficaz que permiteutilizarse en muchos ámbitos de la ingeniería ya que esta, además de permitir y facilitar los procesos para la toma de decisiones en términos del urbanismo táctico y del planteamiento de ciudad a escala humana, ayuda a las personas que trabajan conestadística, geomorfología, información territorial y muchos otros campos.

5. Referencias

Alcaldía de Manizales. (2015). Plan de Ordenamiento Territorial de Manizales. 47(2) 1-5.https://www.manizales.gov.co/RecursosAlcaldia/201507281633551561.pdf

Alcaldía de Manizales. [2023]. Módulo Población. https://laboratorio.manizales.gov.co/mas-datos/

Aristizabal, J. M., et al. [2021]. Equipamiento Urbano Y Derecho a ciudad en Manizales. 10(1), 1-2. https://laboratorio.manizales.gov.co/sitio/wp-content/uploads/2022/01/Boletin-Amenities-urbanos-1.pdf Arsanjani, J., Mooney, P., Zipf, A. & Schauss, A. [2015]. Quality Assessment of the contributed Land Use Information from OpenStreetMap Versus Authoritative Datasets. 37-58. https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=d28b7d4e432fdebc6ddf4a8c9c465e90 c281ba58

Astell-Burt, T., Feng, X. [2015]. Association of Urban Green Space With Mental Health and General Health Among Adults in Australia. 2(2), 5-7. https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/article- abstract/2739050

Barrera, A., & Aristizábal J. M. [2022]. Demografía de Manizales: dinámica poblacional en el siglo xxi, 87(3), 1-10 & 104(1), 1-9. https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20 500.12746/6220

Comité Municipal de Discapacidad de Manizales. [2015]. POLÍTICA PÚBLICA DISCAPACIDAD – MANIZALES.
26. https://manizales.gov.co/RecursosAlcaldia/201507071435266401.pdf
Delgado, L. P., Jaramillo, D. P., et al. [2017]. Política pública de salud mental del departamento de Caldas: un aporte al bienestar y la inclusión. 44. http://ridum.umanizales.edu.co/handle/20500.12746/3907
Dirección de Epidemiología y Demografía. [2021]. Análisis de Situación de Salud. https://manizalessalud.net/wp-content/uploads/2022/06/ASIS-MANIZALES-2021.pdf
Franco Giraldo, L. [2020]. CONTEXTO DE LA SALUD MENTAL EN MANIZALES 2020. 16.
https://manizalessalud.net/wp-content/uploads/2020/08/CONTEXTO-DE-LA-SALUD-MENTAL-EN-MZLES-2020-c.pdf
Geo portal Alcaldía de Manizales Secretaría de Planeación Municipal. [2017]. Límite Municipio de Manizales. https://geodata-manizales-sigalcmzl.opendata.arcgis.com/datasets/sigalcmzl::l%C3%ADmite-municipio- de-manizales
Geo portal Alcaldía de Manizales Secretaría de Planeación Municipal. [2020]. Límite comunas Municipio de Manizales. https://geodata-manizales-sigalcmzl.opendata.arcgis.com/maps/l%C3%ADmite-comunas- municipio-de-manizales
Geoportal del Departamento Administrativo Nacional de Estadística. [2021]. Marco Geoestadístico Nacionalintegrado con el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018. MGN-Nivel Manzana integrado al CNPV2018. Versión 2021. https://www.dane.gov.co/files/geoportal-provisional/SHP_MGN2018_INTGRD_MANZ.zip
Hansen, W. (1959). How accessibility shapes land use. Journal of the American Institute of Planners, 25(2), 73–76. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01944365908978307
McKeon, T., Kondo, M., Fluehr, J. M. & Brannas C. C. [2018]. Urban Green Spaco and Its Impact on Human Health. Cap 3.6.6: Mortality. 18(4), 1-6. https://www.mdpi.com/1660-4601/15/3/445
Méndez, A. L. B., Tapia, S. E., & Gallardo, V. P. [2020]. Análisis cinemático de máquinas biosaludables/Kinematic analysis of outdoor fitness equipmen. Ingeniería, 31(SE), 7+.https://link.gale.com/apps/doc/A678018670/IFME?u=anon~8ce4242b&sid=googleScholar&xid=ce7c4 b33
Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C., Pratlong, F. [2021]. Introducing the "15- Minute City": Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities. Smart Cities, 1(2), 13–18. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/smartcities4010006
Morris, J., Dumble, P., and Wigan, M. [1978]. Accessibility indicators in transport planning. Transportation Research. A, (1391-109.
http://mwigan.com/mrw/ewExternalFiles/79%20Accessibility%20Morris%20Dumble%20Wigan%20Trans%20Res%20copy.pdf
Nantes, E. A. [2019]. El Método Analytic Hierarchy Process para la toma de Decisiones. Repaso de la Metodología y Aplicaciones. 31-5.
https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/6060/El%20m%c3%a9todo%20analytic.pdf?sequence=1&isAllowed=y
Pinzón, E. [2015]. DETERMINACIÓN DE ZONAS APTAS PARA LA CONTRUCCIÓN DE COLEGIOS DISTRITALES EN LA LOCALIDAD DE SUBA, PARTIENDO DE MÉTODOS DE ANÁLISIS MULTICRITERIO Y HERRAMIENTAS
SIG. 16(2), 1-5. https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/6305

SIISMANIZALES. [2024]. Tasa de Mortalidad por suicidios (Ocurrencia). Manizales 2016-2023.
https://manizalessalud.net/informacion-de-interes/indicadores-de-suicidio/chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.manizales.gov.co/RecursosAlc aldia/201505201530370389.pdf
Sistema de Información Comunidades con Autocuidado Promotora de Salud. [2022]. Módulo Ficha Familiar, RiesgoCardiovascular.
https://capsmanizales.com/aps/frontend/web/reporteCaps/reporte_num_rie_cardiovascularrpt.php#

MODELACIÓN DE USO DEL SUELO Y SU APLICACIÓN EN DISTINTOS CONTEXTOS. RETOS Y OPORTUNIDADES.

Geraldine Fuenmayor
HBA Specto Incorporated, Calgary, Alberta, Canadá. gfm@hbaspecto.com

Juan Abraham
HBA Specto Incorporated, Calgary, Alberta, Canadá. jea@hbaspecto.com

John Douglas Hunt
HBA Specto Incorporated, Calgary, Alberta, Canadá. jdhunt@ucalgary.ca

RESUMEN

Los modelos de usos del suelo y transporte aparecieron hacia el final de los años 50, ya a pesar de su avance en el mundo académico y de investigación, y pese a la relación obvia que existe entre el sistema económico y espacial de una ciudad o región y su sistema de transporte, este tipo de modelos no ha ganado tanta popularidad como los modelos de transporte. Como Urbanista con más de 20 años de experiencia en el campo de la modelación de usos del suelo, y luego de haber participado en el desarrollo de más de 15 modelos de este tipo, me planteo en esta ponencia, en primer lugar, abordar cuestionamientos de tipo general con relación a la simulación urbana, preguntas comunes por parte de agencias de gobierno, universidades o centros de investigación. En segundo lugar, presentar las motivaciones que han tenido distintas jurisdicciones para el desarrollo de modelos de usos del suelo y transporte, y cómo los aplican. El tercero, presentar mis reflexiones en relación a las oportunidades y los retos que implica desarrollar y aplicar estos modelos en cualquier contexto, pero principalmente en la América Latina.

1. Introducción

La velocidad de urbanización y el crecimiento demográfico han intensificado las complejidades de la planificación del uso del suelo y del transporte. Los modelos Integrados de Uso del Suelo y Transporte (MIUT) se aplican para evaluar los impactos sociales, económicos, de transporte, ambientales y energéticos de políticas y proyectos, centrándose en la necesidad de un desarrollo urbano sostenible y socialmente equitativo, al tiempo que brindan insumos para la toma de decisiones.
En este artículo compartimos sobre nuestra experiencia trabajando en el campo de la modelación urbana, después de haber participado en el desarrollo y aplicación de Modelos de Uso de Suelo en América Latina, Norteamérica y Arabia Saudita desde hace más de 20 años. En este artículo nos referiremos al uso de dos modelos, el TRANUS, un modelo de Transporte y Uso de Suelo ampliamente utilizado en América Latina; y el PECAS, un Sistema de Localización de la Producción, el Consumo y el Intercambio, que interactúa con modelos de transporte.

Este artículo tiene tres propósitos, el primero es abordar respuestas a preguntas comunes por parte de organizaciones académicas y gubernamentales que están considerando desarrollar modelos de simulación urbana. El segundo es discutir las motivaciones que otras organizaciones tienen para desarrollar estos modelos en diversos contextos, usando como ejemplo las aplicaciones del modelo PECAS en Caracas, Atlanta, Edmonton, Alberta y Riad. El último propósito es explorar desafíos y oportunidades en el desarrollo y mantenimiento de estos modelos.

1.1. Una breve historia de la modelación urbana.

Los primeros programas computarizados de Modelos de Uso del Suelo surgieron a finales de los años 50 y se denominaron modelos de interacción espacial. Trabajos importantes en su momento fueron los de Hansen en 1959, Lowry en 1964, Wegener en 1982, con microsimulación del uso del suelo, Putman en 1983 desarrolló el primer modelo integrado de uso del suelo y transporte, y Mackett creó un modelo capaz de manejar la demolición de edificios, así como los cambios en las tasas de desocupación de propiedades. Pero en las décadas de 1980, 1990 y 2000 se produjo un mayor desarrollo de modelos, centrados en la economía y los mercados regionales, categorizados como modelos de insumo-producto espacial como TRANUS y PECAS. A partir del año 2000, muchos modelos comenzaron a incorporar microsimulación, incluido PECAS, para simulación del desarrollo a nivel parcelario.

2. Consideraciones claves para desarrollar un modelo de uso del suelo y transporte

En esta sección exploro consideraciones claves para agencias gubernamentales o centros de investigación al embarcarse en el desarrollo de modelos Integrados de Uso del Suelo y Transporte (MIUT).

2.1. ¿Cuál es la diferencia entre un modelo de transporte y un MIUT?

Los modelos de transporte suelen tomar datos como población, empleo por zona e hipótesis externas sobre el crecimiento a largo plazo. Sin embargo, a menudo pasan por alto las interacciones económicas y espaciales existentes, las fuerzas del mercado y las regulaciones territoriales en el área de estudio. Por el contrario, los MIUT abordan estas brechas examinando patrones de comportamiento entre hogares e industrias. Para los hogares, la atención se centra en el consumo de bienes y servicios dependiendo de sus ingresos, mientras que las industrias intercambian bienes y servicios para la producción. Los MIUT estudian interacciones como la oferta de ocupación laboral por parte de los hogares, que es requerida por las industrias y, ambos, demandan edificios. Estas interacciones se estudian y calibran para un año base, lo que lleva al cálculo del atractivo final de localización por parte de los agentes (hogares e industrias). Los beneficios surgen de factores como los precios de bienes y servicios, los salarios laborales, los alquileres urbanos y los costos de transporte. Al incorporar datos sobre disponibilidad de suelo, regulaciones urbanas, costos de construcción, tasas de desarrollo y futuros proyectos urbanos y de transporte, los MIUT no asumen que todo lo estipulado por los planes será construido. Los promotores inmobiliarios invierten en proyectos según los potenciales beneficios, no necesariamente lo aprobado en planes urbanos, sino basado en las fuerzas del mercado, lo cual genera pronósticos más razonables del crecimiento esperado. Esto, a su vez, impacta los resultados de los modelos de transporte en el año siguiente, creando un ciclo de interacción continuo hasta que se alcanza el último año de simulación.

2.2. ¿Todos los modelos de uso del suelo necesitan tener un modelo de transporte con el que interactuar? ¿Qué tipo de modelos de transporte?

La planificación eficaz del uso del suelo requiere la integración con los modelos de transporte. Esto garantiza que el impacto de las decisiones de localización en el suelo urbano tenga efecto sobre la demanda de infraestructura y servicios de transporte y que los costos generalizados de transporte (en conjunto con otros atributos de las mercancías tales como precios, rentas, salarios, tamaño, heterogeneidad, etc.

influencien la atractividad, o 'utilidad') afecten las futuras decisiones de localización de los hogares y las empresas.

Los MIUT proporcionan un enfoque holístico a la planificación del espacio al considerar las interdependencias entre el uso del suelo y el transporte a través del tiempo. El modelo PECAS interactúa con una variedad de modelos de transporte, tanto los de 4 etapas como con modelos basados en actividades (ABM). Este fue el caso del modelo de Atlanta, que actualizó su modelo a un ABM. Para Caracas, el PECAS interactuó con el modelo de transporte de TRANUS, un modelo de asignación probabilística. En Alberta, el modelo de Usos del Suelo se integró a un ABM.

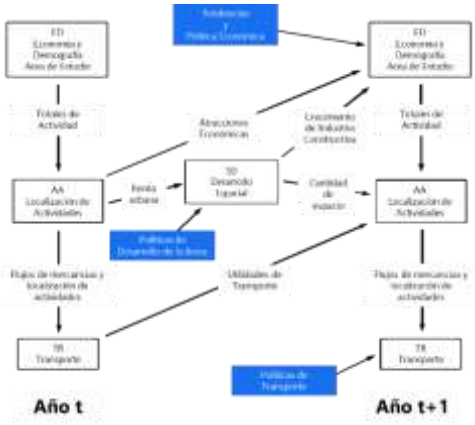
2.3. Estructura del modelo PECAS

PECAS es un modelo de Usos del Suelo que funciona con 4 módulos para representar el sistema económico espacial de una región. Dos de ellos son módulos de PECAS, denominados Localización de Actividades (AA) y Desarrollo Espacial (SD). A continuación, se ofrece una breve descripción de estos módulos (Hunt & Abraham, 2005).

El Módulo de Locación de Actividades (Módulo AA) representa cómo se ubican las actividades (hogares, empresas y gobierno) dentro del espacio desarrollado por los promotores inmobiliarios y cómo estas actividades interactúan entre sí para elegir esa localización. Es un sistema de asignación agregada que utiliza una forma modificada de los modelos logit sumada que incluye tres tipos de decisiones: elección de ubicación; elección de tecnología, que implica tasas de consumo y producción de mercancías (bienes, servicios, mano de obra y espacio construido); y elección de la ubicación del lugar de intercambio para producir y/o consumir mercancías (

Figura **29**).

Figura 29: Módulos y flujos de información que simulan dinámicas temporales en el PECAS.



El Módulo de Desarrollo Espacial (Módulo SD) representa las acciones de los promotores inmobiliarios en la provisión de diferentes tipos de edificios donde se puedan ubicar las actividades. Incluye la demolición, renovación, expansión y nuevos desarrollos que ocurren de un momento a otro. Los promotores son motivados por el beneficio potencial según la zonificación e influenciados por las políticas.

El Módulo de Transporte representa el sistema de transporte que conecta ubicaciones, incluyendo como mínimo una red de transporte, la demanda (como resultado de la interacción económica del módulo AA), y los costos de las interacciones entre ubicaciones que surgen con la carga de estas demandas a la red.

El módulo de pronóstico agregado demográfico económico (módulo ED) brinda pronósticos económicos agregados para el área de estudio que se está modelando. Normalmente, estos pronósticos incluyen números proyectados de hogares o población por categoría y empleo por ocupación para el futuro.

El PECAS funciona a través del tiempo en una serie de pasos de tiempo discretos de un año al siguiente, con el módulo AA ejecutándose en cada año y el módulo SD ejecutándose seguidamente, y aportando los edificios para el año siguiente, afectando junto con los costos de transporte, las decisiones de localización de las actividades. Las políticas y/o proyectos a evaluar se indican en el modelo dependiendo de su naturaleza (

Figura 29). Para desarrollar los módulos de AA y SD del PECAS se requieren los siguientes insumos (**Tabla 19**) (Fuenmayor & Abraham, 2020)

Tabla 19: Insumos para los módulos del modelo PECAS

Módulo de Localización de Actividades	Módulo de Desarrollo del suelo
Sistemas de zonas: Representados por Zonas de Uso del Suelo (LUZ) y Zonas de Análisis de Tráfico (TAZ). Tipos de actividad: hogares, empresas, gobierno, importadores y exportadores. Puts: insumos y productos categorizados por tipo, incluidos bienes, servicios, mano de obra y montos de construcción (edificios). Diseño PECAS: Diagrama de diseño estándar y códigos para indicar tipos de relaciones entre Actividades y Puts (fijas o elásticas). Flujos de mercancía: se utilizan como objetivos (targets) en la calibración del modelo, usualmente representado por las distancias de viajes por propósito. La Tabla de flujos agregados económicos se utiliza para establecer que la economía está equilibrada y muestra la producción y el consumo de cada actividad, incluyendo todo tipo de mercancía, el gasto gubernamental, importaciones y exportaciones y tipo de construcción. Espacio construido por zona: se calcula utilizando datos de catastro de propiedad y se puede mejorar con otras fuentes de datos, como imágenes de satélite (LIDAR y otras fuentes de datos). También se usan durante la calibración del modelo, y podría sintetizarse, para obtener una representación completa, cuando hay observaciones directas limitadas. Utilidad de transporte: Determinada por tiempos de viaje ponderados, costos por modo para diferentes agentes de viaje para pares de zonas. Funciones de oferta de espacio de corto plazo: Representa la disposición del propietario a aceptar alquileres más bajos a medida que disminuye la demanda y viceversa. Elasticidades: Incorporadas a las tasas de producción y consumo de opciones tecnológicas alternativas. El análisis de datos de hogares con técnicas de clúster respalda la definición de categorías según su estilo de vida. La calibración del modelo calcula parámetros para hacer coincidir las distribuciones observadas en los datos del censo.	Capa digital de parcelas: capa espacial con formas de parcelas de terreno, incluidos atributos básicos como área, TAZ y estado de servicio. Categorías de construcción: montos de construcción categorizados por tipo en residencial, comercial, industrial, agrícola, etc. Reglas: Definir reglas que permitan cambios entre tipos de construcción con densidad de construcción mínima y máxima. Por ejemplo, conversión de viviendas unifamiliares en multifamiliares. Correspondencia: Establecer una tabla de correspondencia entre las categorías espaciales de SD y AA para su interpretación. Inventario de espacio: lista completa de tipos y cantidades de espacio construido en cada parcela, incluida la antigüedad del edificio. Políticas de Zonificación: Regulaciones municipales que especifican los tipos de espacios en SD y densidades de construcción permitidos en cada parcela. Áreas de crecimiento: Las parcelas de tierra para el desarrollo futuro. Costo de Construcción: Establecer el costo de desarrollar cada tipo de espacio, incluyendo los costos de preparación del terreno. Tasas de Desarrollo: Determinar las tasas municipales impuestas por la construcción de cada tipo de espacio. Efectos locales: son mecanismos que afectan la renta en función de la proximidad a servicios de transporte, escuelas y parques. Parámetros de efectos locales: parámetros y distancias de proximidad para estimar la fuerza de efectos locales sobre la renta urbana. Función de configuración de densidad: determina cómo la relación entre el espacio y las ganancias cambia con la intensidad, y los cambios asociados en costos de construcción y renta. Calibración SD: utiliza datos de eventos de construcción anteriores, tamaños de edificios y transiciones de edificios (construcción nueva, abandonada, renovación, expansión, etc.) durante cinco años.

Módulo de Localización de Actividades	Módulo de Desarrollo del suelo
Rentas observadas: Uno de los objetivos de la calibración del modelo es hacer coincidir los alquileres simulados por el modelo por zona con los valores observados. Las observaciones directas y desagregadas son las más útiles pues contienen más información sobre influencias específicas sobre la renta.	Desarrollos específicos del sitio: Los grandes proyectos urbanos que ya están en construcción o aprobados, y que no sean proyectos que dependan de las fuerzas del mercado (ejemplo, bibliotecas, hospitales, escuelas públicas, etc.) deben codificarse en el modelo para obtener mejores pronósticos a corto plazo, en lugar de simularlos.

3. Propósito de aplicaciones de los modelos de uso del suelo y transporte en diferentes contextos.

Al examinar las experiencias de otras regiones con respecto al desarrollo de MIUT, las organizaciones pueden aprovechar el conocimiento existente para informar su enfoque y abordar desafíos regionales específicos. En esta sección exploro la motivación para desarrollar estos modelos en el Área Metropolitana de Caracas, la Región de Atlanta, la Ciudad de Riad, la Región de Edmonton y la Provincia de Alberta. ¿Qué ha justificado el desarrollo de estos modelos? ¿Ha cambiado el diseño a lo largo del tiempo?

Modelo de la Región Metropolitana de Caracas, Venezuela 2011 – 2015

El modelo MIUT de Caracas, desarrollado para mi tesis doctoral en la Universidad de Calgary, se centró en aplicar el modelo PECAS para comprender las implicaciones económicas espaciales en un contexto de rápida urbanización. Limitada al módulo de AA, la investigación evaluó dos políticas de gobierno: aumentos de tarifas de transporte del 40% y un proyecto de vivienda pública de interés social. El aumento de las tarifas de transporte provocó una reducción de los viajes y una alteración de la demanda, lo que afectó la dinámica socio espacial. Los hogares de mayores ingresos se centralizaron, lo que aumentó los alquileres en el centro, mientras que los hogares de menores ingresos se descentralizaron, enfrentando alquileres más altos y desplazamientos más largos. La segunda política implicó un plan de vivienda social. Su implementación provocó la disminución de rentas en un 10%, afectando a sus propietarios. Determinar si esta es una política progresiva o regresiva en Caracas resultó una tarea difícil debido a las altas tasas de desempleo, inflación y pobreza. El estudio destacó la importancia de estudiar la geo-demografía en la evaluación de políticas, proporcionando una perspectiva distinta sobre las iniciativas en materia de vivienda pública (Fuenmayor Molero, Geraldine J., 2016,) (Fuenmayor et al., 2017).

Modelo de la Comisión Regional de Atlanta, Estados Unidos 2008 - actualidad

La Comisión Regional de Atlanta (ARC) supervisa la planificación para la región de Atlanta de 21 condados y ha aplicado el modelo ARC PECAS desde el 2008. El modelo, actualizado siete veces desde su desarrollo, es una pieza crítica del Plan Regional de Atlanta, pronosticando la población, el empleo y características socioeconómicas para cada zona. ARC utiliza el PECAS para sus pronósticos oficiales y análisis de políticas. En el pronóstico, el modelo integra las tasas de crecimiento económico y poblacional producidas por un modelo macroeconómico, y lo combina con información de zonificación local, simulando asignaciones espaciales en diferentes niveles geográficos (LUZ y TAZ) en PECAS. Estos datos de uso del suelo se proporcionan al modelo ABM de transporte para simular la demanda de transporte y otros resultados relevantes. Para el análisis de políticas, el modelo evaluó el impacto de densificar el centro y los corredores de Atlanta para 2050, duplicando la población de la ciudad. La simulación destacó nuevas oportunidades de desarrollo, con el 77% concentrado en corredores específicos. Los urbanistas participaron en debates utilizando los resultados del modelo, argumentando elementos socio-culturales y de costos de demolición del mundo real y reconociendo las limitaciones del modelo para comprender el comportamiento social sin información pertinente (Rousseau et al., 2018) (Fuenmayor & Abraham, 2020).

Modelo de la ciudad de Riad, Arabia Saudita 2021 - 2023

En respuesta a una reforma de los precios de la energía de 2015, el Reino de Arabia Saudita buscó abordar la alta demanda interna de electricidad y los bajos precios. King Abdullah Petroleum Studies and Research Center (KAPSARC) encargó a nuestra oficina el desarrollo de un modelo de consumo de energía urbana para Riad, utilizando el PECAS para evaluar objetivos de eficiencia energética. El modelo incorporó el impacto del cambio de las tarifas eléctricas domésticas en la demanda de los hogares. Un análisis de elasticidad mostró e impacto entre hogares sauditas y no sauditas, con esto se ajustaron los parámetros del modelo para representar mejor su comportamiento. Luego, el modelo se aplicó para evaluar el megaproyecto "Nuevo Murabba ", lo que reveló: que el aumento de la oferta de viviendas daría lugar a viviendas más grandes y a un mayor consumo de electricidad, el empleo y la vivienda descentralizados aumentaría el uso de energía para viajes, y el impacto del proyecto en el consumo de energía en transporte superó al consumo de energía doméstica. Las recomendaciones incluyeron, ampliar el sistema de Metro hacia donde está el proyecto, para mitigar la congestión. El modelo de Riad constituye un esfuerzo pionero que cuantifica el impacto energético del transporte y del uso de los edificios (Muhsen et al., 2024).

Modelo de la Región Metropolitana de Edmonton, Alberta, Canadá 2019 – 2022

Desde 2019, HBA Specto Incorporated colaboró con la ciudad de Edmonton para desarrollar y aplicar el modelo espacial, económico y de transporte de su región metropolitana (MRSET). El modelo usó el PECAS y analizó varias políticas de desarrollo

local, incluyendo el diferimiento del desarrollo de terrenos fuera de la carretera de circunvalación, aumentando la densidad de construcción en el centro para intensificar áreas desarrolladas. Los resultados del modelo mostraron que para el 2030, disminuirían los hogares de ingresos medios con 3 a 4 miembros en esta área. Investigaciones adicionales revelaron que la densificación urbana, que condujo a más viviendas apareadas y multifamiliares en estas áreas, redujo la disponibilidad de residencias unifamiliares, lo que llevó a ciertos tipos de familias a mudarse a otras zonas. Este ejemplo resalta la importancia de comprender la demografía para evaluar los impactos sociales más allá de los supuestos iniciales, considerando factores como el tamaño del hogar, los ingresos y otras métricas de equidad. Entre otras políticas evaluadas para la ciudad de Edmonton se incluyen:

- División de lotes y permiso de intensificación de la construcción para áreas dentro de la influencia de la Autopista 216.
- Subsidio o multa del impuesto a la propiedad residencial por tipo de vivienda y ubicación (áreas de redesarrollo, desarrollo y crecimiento futuro).
- Incremento de densidad constructiva en la zonificación para usos de suelo residencial en las subáreas Nodos y Corredores.
- Aumento de costos operativos de autos para fomentar modos activos de transporte.
- Diversificación económica, un giro en el crecimiento económico provincial hacia industrias innovadoras.
- Escenario COVID-19 con supuestos basados en tendencias y cambios en los patrones de comportamiento observados en la ciudad (Fuenmayor et al., 2022).

Modelo Económico, Espacial y de Transporte de Alberta, Canadá, 2016 – 2019

El modelo de Economía Espacial y Transporte de Alberta (ASET), presentado en el 'Plan de Capital Estratégico de 20 años de Alberta 2021', es una sofisticada simulación por computadora de los sistemas económicos, de uso del suelo y de transporte de la provincia. Desarrollado en colaboración por el Gobierno de Alberta y HBA Specto, esta innovadora herramienta tiene como objetivo optimizar las inversiones en transporte. Con una integración única de un modelo de transporte, un módulo de asignación de actividades (AA) y un módulo de simulación de parcelas, el modelo ASET es reconocido como uno de los más detallados. Su horizonte de estudio va desde 2011 hasta 2080, el modelo muestra una resolución notable al categorizar industrias, bienes, servicios, tipos de vivienda, hogares y mano de obra. Ha involucrado esfuerzos sustanciales de desarrollo de capacidades tanto en los equipos de uso del Suelo como en los de transporte. ASET demuestra ser una herramienta integral de apoyo a la toma de decisiones, que compara los beneficios económicos proyectados en diversos proyectos para guiar las inversiones estratégicas de Alberta. La versatilidad del modelo se extiende a la evaluación de los impactos de factores ambientales, fuerzas disruptivas

como la pandemia de COVID-19 y patrones de trabajo en evolución. Alberta Transportation lidera la aplicación del modelo, utilizándolo para explorar los efectos de los proyectos de transporte y obtener información sobre el movimiento de vehículos comerciales y los flujos económicos dentro de la provincia, así como las interacciones con otras provincias canadienses (HBA Specto Incorporated, 2019).

4. Oportunidades y retos para desarrollar un modelo de uso del suelo y transporte.

4.1. Propietarios de datos y legislación

La disponibilidad de datos para modelos de simulación urbana varía significativamente entre los países desarrollados y América Latina. Los países desarrollados se benefician de sistemas de recopilación de datos recurrentes y establecidos, que generan información completa sobre demografía, transporte, uso del suelo y economía. Sin embargo, las estrictas leyes de protección de datos, como el General Data Protection Regulation en Europa y las leyes de privacidad en América del Norte, plantean desafíos con respecto al uso y el intercambio de información personal. En América del Norte, los investigadores han superado esto mediante técnicas eficientes de síntesis de datos espaciales, como la síntesis de población de hogares, creando muestras representativas al tiempo que protegen la privacidad individual. Existen programas muy eficientes entre ellos el sintetizador desarrollado por HBA Specto Incorporated (Abraham et al., 2014).

En contraste, América Latina enfrenta desafíos debido a recursos limitados y de experticia en métodos de síntesis de datos. Si bien los datos del censo están generalmente disponibles, las técnicas de sintetizar datos no están tan extendidas. Por ejemplo, durante el desarrollo del modelo para Caracas, surgieron retos debido a la clasificación de casas en zonas de desarrollo informal, cuando estas se mezclaban en la misma zona con casas de construcción formal.

La estimación consistente de espacio construido por tipo de espacio en América Latina podría beneficiarse de un sintetizador de montos de construcción, asegurando la alineación con los datos de hogares y de empleo, con la de edificios. Este tipo de síntesis se aplicó al modelo de Atlanta (Fuenmayor & Abraham, 2013). Sin embargo, la fragmentación de datos entre las agencias, especialmente en ciudades con múltiples municipios, plantea desafíos (la provincia de Alberta, con 257 municipios y la región de Atlanta con 21 condados), al igual que la falta de estandarización y de mecanismos de intercambio. Por el contrario, en áreas con un solo municipio (Edmonton y Riad), la gestión de datos se facilita. En este orden de ideas, el PECAS puede ayudar a calcular

y completar distintos tipos de datos, sintetizados de manera endógena, pero en contextos como la América Latina donde los datos son limitados podría proveer una alternativa útil. De la misma forma, organizaciones con modelos de transporte, donde sólo se representa parcialmente el sistema urbano, y que carecen de datos, están en desventaja, comparado con organizaciones que usan el PECAS para representar el sistema urbano completo, y pudiendo proveer datos requeridos y consistentes. Cada caso tiene retos únicos, pero la experiencia proporciona referencias para abordarlos.

4.2. Construcción de un equipo multidisciplinario para la modelación.

Los modelos de simulación urbana ofrecen un enfoque holístico, y un análisis integral, por lo cual requieren un equipo multidisciplinario para su implementación exitosa y sostenible. Idealmente, incluye planificadores urbanos, ingenieros de transporte, programadores, y economistas, y cada uno aporta al modelo, desde su mirada.
No todas las organizaciones tienen esta experiencia, lo que lleva a depender de equipos de consultoría o construir capacidades internas, como en los casos de los modelos PECAS en Norteamérica y Arabia Saudita. Comprender la base teórica de la simulación urbana es esencial para la evaluación del impacto de proyectos y políticas, analizando cambios en el excedente del consumidor. Pero, presentar estos conceptos a una audiencia que los desconoce puede ser retador y generar reacciones inesperadas. La implementación del modelo por fases, con un "enfoque ágil" permite realizar ajustes iterativos, lo que reduce el riesgo de abrumar al equipo y garantiza la mejora continua. El modelo de Atlanta con siete iteraciones ilustra el éxito de este enfoque.

4.3. Potencia informática, costo de la tecnología y servicios en la nube

Los avances en la potencia informática y el costo cada vez menor de la tecnología han beneficiado profundamente a la simulación urbana. Una mayor velocidad computacional permite simulaciones y análisis en áreas más extensas y más rápidos, lo que permite la exploración de más escenarios y con más complejidad. La computación en la nube ofrece escalabilidad y flexibilidad, permitiendo rentar servidores a los que se accede de forma remota y hacer corridas en paralelo. Las herramientas de visualización actuales ayudan a comunicar los hallazgos de manera efectiva. La sinergia de una potencia informática mejorada y accesible ha potenciado la modelación.

4.4. Solidez del cliente contratante y equipo de modelación interno

El desarrollo exitoso y el mantenimiento de modelos de transporte y uso del suelo dentro de una organización dependen de varios factores críticos, pero que el modelo responda a los objetivos organizacionales y reconocer las contribuciones del modelo a un enfoque basado en evidencia, cambiando enfoques ya arraigados, son determinantes clave. El liderazgo, la comunicación y las estructuras organizacionales

eficaces, especialmente la línea de comunicación con los tomadores de decisiones importantes, desempeñan papeles fundamentales. La presencia de un "campeón del modelo" que promueva activamente las contribuciones del modelo suele ser crucial. La credibilidad de un gerente es vital para articular una visión, obtener apoyo, recursos y superar los desafíos.

5. Referencias Bibliográficas

Abraham, J. E., Stefan, K. J., & Hunt, J. D. (2014, enero). Population Synthesis Using Combinatorial Optimization at Multiple Levels. *Proceedings of the 2014 Transportation Research Board Annual Meeting*. Transportation Research Board Annual Meeting, Washington DC.

Abraham, John E. & Hunt, J.D. (2005, diciembre). *The Random Utility Theory Foundations of PECAS*. The 10th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies, Hong Kong.

Fuenmayor, G., & Abraham, J. E. (2013). *Generating PECAS Base Year Built Form for Clayton County in Atlanta*. HBA Specto Incorporated.

Fuenmayor, G., & Abraham, J. E. (2020). *Atlanta PECAS Model Application for Series S16 Forecast* [Technical Documentation].

Fuenmayor, G., Hunt, J. D., & Abraham, J. E. (2017, enero). *Impact of Transit Fare increase in Caracas: Analysis using the PECAS model.* TRB 96nd Annual Meeting, Washington D.C., USA.

Fuenmayor, G., Hunt, J. D., Bhowmick, A., & Abraham, J. E. (2022, octubre). *Exploring the COVID 19 Impacts on Urban Form—Experience from Edmonton Using an Integrated Modeling Platform*. Transportation Association of Canada, Edmonton, Alberta, Canada.

Fuenmayor Molero, Geraldine J. (2016). *Building a Spatial Economic Model for Caracas using PECAS* [Ph.D., University of Calgary]. https://prism.ucalgary.ca/handle/11023/3061?show=full

HBA Specto Incorporated. (2019). *Alberta Spatial Economic and Transport Model* (ASET Model System). http://hbaspecto.com/projects/alberta/

Hunt, J., & Abraham, J. (2005). Design and Implementation of PECAS: A Generalised System for Allocating Economic Production, Exchange, and Consumption Quantities. En *Integrated Land-Use and Transportation Models: Behavioural Foundations* (pp. 253–273). Elsevier.

Muhsen, A., Abraham, J. E., Fuenmayor, G., & et al. (2024, marzo 7). *Using a spatial economic and modeling time-series simulation to analyze transportation, housing, and energy implications of a megaproject in Riyadh.* 8th Urbanization and Poverty Reduction Research Conference, Washington, DC, USA.

Rousseau, G., Skinner, J., Lancelin, C., Wang, W., Abraham, J. E., & Fuenmayor, G. (2018, abril). *Evaluating and Visualizing Outcomes of Policy: Modelling and Simulating the Future of Atlanta* [APA 2018 Deep Dive Session Proposal].

UTILIZACIÓN DE BIG DATA Y CROWDSOURCING DE DATOS MÓVILES PARA LA OBTENCIÓN DE MATRICES DE VIAJE ORIGEN - DESTINO. CASO DE ESTUDIO: SANTO DOMINGO, REPÚBLICA DOMINICANA

Laura Gómez Melo
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, Buenos Aires, Argentina.
lgomez@acyaglobal.com

Lucas Ignacio Maffioli
CITYDATA.ai., Buenos Aires, Argentina.
lucas@citydata.ai

Edgar Alexander Santana
Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre, Santo Domingo, República Dominicana.
e.santana@intrant.gob.do

Pablo Díaz
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, AC&A. Buenos Aires, Argentina.
pdiaz@acyaglobal.com

RESUMEN

Durante la pandemia por el COVID-19 y las medidas de confinamiento asociadas, el trabajo remoto se volvió cada vez más común. Esto implicó un cambio significativo en los patrones de viaje en muchas ciudades, lo cual se mantiene en la actualidad con esquemas mixtos de teletrabajo y presencialidad. Para analizar el impacto que han tenido estas medidas, es necesario relevar información sobre los viajes que las personas realizan diariamente, para poder caracterizarlos y estudiar las nuevas dinámicas de movilidad.

Hoy en día, más del 80% de la población cuenta con un teléfono inteligente, lo que proporciona una oportunidad para recopilar datos de movilidad de manera más eficiente que en las formas tradicionales. En este sentido, se propone la obtención de matrices de viaje origen-destino para el Gran Santo Domingo a través del uso de Big Data, con el fin de compararlas con datos y estudios realizados de forma previa a la pandemia. Esto permitirá analizar cómo han cambiado los patrones de viaje en el Gran Santo Domingo y validar la utilización de este tipo de tecnologías para la obtención de datos de movilidad.

1. Introducción

Tradicionalmente la recopilación de información de movilidad urbana se ha realizado casi siempre mediante encuestas domiciliarias, las cuales son muy costosas y requieren mucho tiempo para llevarse a cabo. Además, el análisis de estos datos es un proceso tedioso, que también implica la utilización de muchos recursos.

En este sentido y con la necesidad de adaptarse a los cambios frecuentes en los patrones de movilidad de las personas, resulta importante desarrollar nuevas herramientas que sean repetibles en el tiempo, que impliquen un aumento en la frecuencia de recopilación de datos y que permitan reducir significativamente los costos. CITYFLOW constituye una de estas herramientas. Esta utiliza Big Data y el *crowdsourcing* de datos GPS móviles para ayudar en la toma de decisiones e implementar políticas públicas basadas en evidencia. Su función principal es la inferencia de matrices OD (Origen-Destino) y la simulación multimodal del transporte en ciudades.

Teniendo en cuenta esta herramienta, en este trabajo se desarrolla una metodología para la obtención de matrices de viaje origen-destino para el Gran Santo Domingo a través del uso de Big Data, con el fin de compararlas con las matrices OD obtenidas de forma previa a la pandemia, en el marco del desarrollo de Plan de Movilidad Urbana Sostenible para el GSD en 2018. El análisis de estas matrices permite no solo entender cómo han cambiado los patrones de viaje en el Gran Santo Domingo después de la pandemia por el COVID-19, sino también validar la utilización de este tipo de tecnologías, que pueden convertirse en herramientas muy valiosas para la toma de decisiones informadas.

2. Antecedentes

En el año 2019, en marco de la iniciativa MobiliseYourCity (MYC), se presentó el Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS) para el Gran Santo Domingo. Este Plan, que contó con financiamiento de la Unión Europea y apoyo técnico de la Agencia Francesa de Desarrollo, fue elaborado por la empresa francesa SYSTRA, con la contraparte técnica del Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre (INTRANT) (SYSTRA, 2019).

El PMUS define la hoja de ruta para la implementación de políticas públicas de movilidad urbana, que faciliten el desarrollo de un sistema integrado de transporte que permita a los habitantes del Gran Santo Domingo vivir en una ciudad sostenible y atractiva.

Como parte del diagnóstico del PMUS, que permitió contar con una radiografía de la movilidad en el GSD a escala metropolitana, SYSTRA ejecutó la Encuesta de Movilidad domiciliaria 2018. Esta encuesta se llevó a cabo entre el 23 de abril y el 16 de junio de 2018, en 125 zonas de los municipios que integran el GSD. En total se hicieron 10.000 encuestas en 4.326 hogares del Gran Santo Domingo, relevando información sobre los desplazamientos realizados a lo largo de la semana laboral por todos los habitantes mayores a 10 años.

El relevamiento de esta encuesta fue soportado en una plataforma digital, que incluía recursos y capacitaciones en línea, así como una interfaz pública con la lista de los encuestadores. Este proceso tuvo un pre-piloto en el Distrito Nacional y un piloto en campo.

3. Metodología

Los datos de movilidad del Gran Santo Domingo relevados en el contexto de este estudio se basan en los recursos crowdsourcing levantados en la plataforma CITYFLOW. Esta es una plataforma y servicio basado en la nube que recopila datos anonimizados de movilidad colectiva de la población (cumpliendo con las regulaciones de privacidad), la cual permite analizar la actividad de los dispositivos móviles para generar información sobre las dinámicas de movilidad de los ciudadanos. Por ejemplo, al detectar que un grupo de dispositivos se encuentra en dos ubicaciones diferentes separadas por un período de tiempo, es posible inferir un desplazamiento o movimiento de ese grupo. Dicho análisis se realiza para todos los dispositivos dentro de cada bloque censal para inferir el movimiento o "viajes" entre la matriz completa de bloques censales en todo el país.

A través de esta herramienta se pueden identificar los lugares de residencia aproximados reconociendo la presencia repetida durante horas nocturnas, así como los lugares de trabajo aproximados identificando la presencia repetida durante el día. Asimismo, se pueden establecer visitas a otros lugares o puntos de interés y estimar viajes repetidos. La combinación de lugares visitados y viajes puede revelar un "patrón de movilidad" para los dispositivos dentro de cada bloque censal. Al aplicar este concepto a millones de dispositivos diariamente, se obtiene una muestra valiosa de la actividad en la ciudad, permitiendo la creación de una réplica digital de la movilidad urbana.

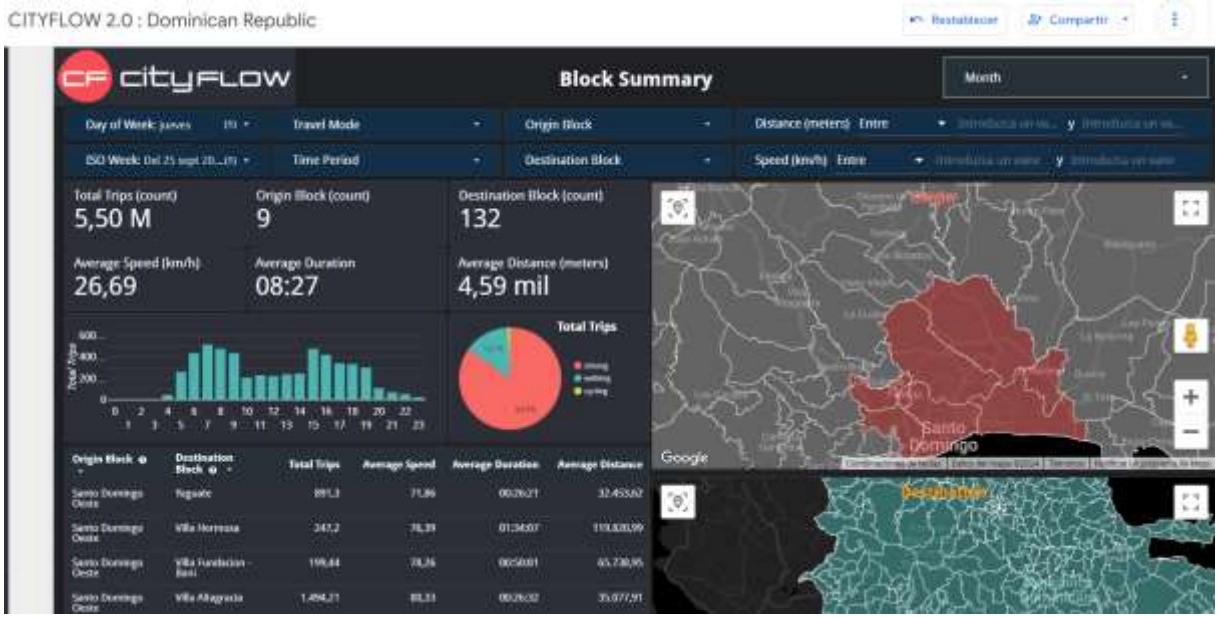
Adicionalmente, los viajes OD se pueden transformar en trayectorias reales al inferir las calles, carreteras y autopistas exactas que las personas recorrieron en cada viaje. Dicho análisis utiliza la red de transporte Open Street Maps (OSM) y aplica técnicas de

aprendizaje automático para convertir cada par OD en un conjunto de rutas probables a lo largo de la red vial. Las trayectorias resultantes son muy relevantes para el análisis del transporte porque muestran la cantidad de personas que se mueven a lo largo de cada segmento de la carretera, con velocidad, distancia, tiempo de viaje y propósito del viaje.

En este sentido, tomando como base la información censal del Gran Santo Domingo discriminada por municipios, distritos municipales y barrios, se infirieron las matrices origen-destino y las trayectorias de los viajes utilizando datos de septiembre de 2023 de CITYFLOW. La información obtenida para el caso de estudio del Gran Santo Domingo fue recopilada de manera analítica y ordenada mediante un *dashboard* en la plataforma Looking studio.[20] Este *dashboard* resulta muy útil para crear visualizaciones dinámicas de los datos, así como para generar mapas y gráficos en un mismo entorno web.

[20]https://lookerstudio.google.com/u/0/reporting/993be282-3706-46d4-b10e-67b9488bb852/page/p_7an505870c

Figura 30: Dashboard GSD 2023



4. Resultados y discusión

Una vez realizado el procesamiento de la información obtenida mediante la metodología descrita en el capítulo anterior, se procedió a analizar los resultados para el Gran Santo Domingo (GSD). El GSD corresponde al área metropolitana de Santo Domingo, que abarca la provincia de Santo Domingo (incluye los municipios de Santo Domingo Norte, Santo Domingo Este, Santo Domingo Oeste, Los Alcarrizos, Pedro Brand y Boca Chica) y el Distrito Nacional (Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, 2016). Esta área tiene una extensión territorial de 1.390,10 km^2 y alberga una población de 3,3 millones de habitantes[21].

Estos resultados han sido comparados con los reportados en el PMUS del GSD, que derivan de la Encuesta de Movilidad de 2018, la cual se encuentra disponible en el sitio web del INTRANT[22].

[21] Para efectos de este estudio y de manera tal que los resultados puedan ser comparados con los reportados en el año 2019, se ha considerado la misma área de estudio que en el PMUS, la cual incluye El Distrito Nacional, Santo Domingo Oeste, Santo Domingo Este, Los Alcarrizos y Santo Domingo Norte.

[22] https://www.intrant.gob.do/movilidad/index.php/pmus

4.1. Generación de viajes

De acuerdo con el PMUS, en el 2018 alrededor del 70% de la población del Gran Santo Domingo se movilizaba diariamente, lo que equivale a un total de 3.097.106 viajes en un día hábil. En contraste, para el año 2023, utilizando la metodología de cálculo descrita anteriormente, se estima que se realizaban 5.502.943 viajes diarios en un día hábil, 5.159.359 los sábados y 4.375.533 los domingos.

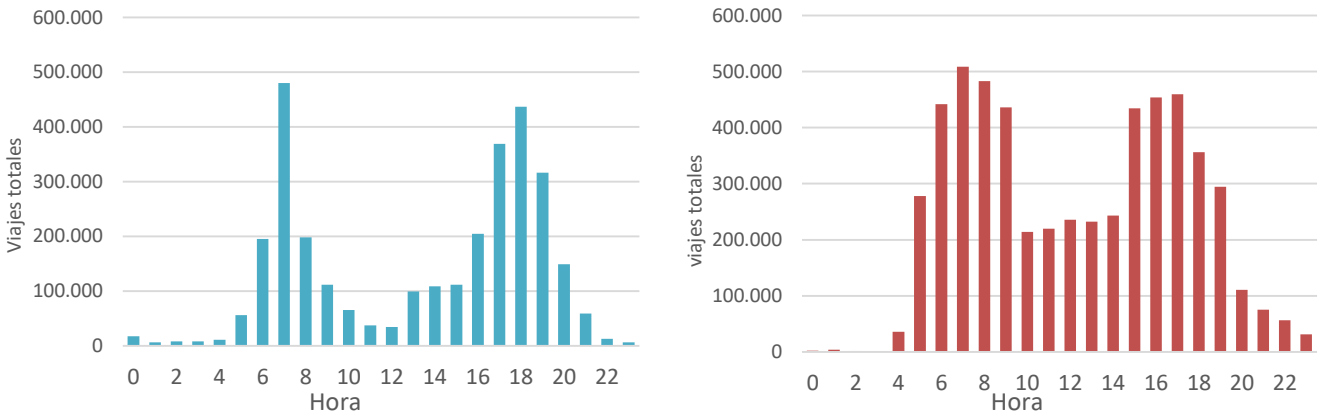
Este aumento significativo en los viajes diarios en el GSD evidencia que, la pandemia por el COVID-19 no alteró la necesidad de movilidad de los dominicanos, a pesar de la introducción de alternativas como el teletrabajo y la educación a distancia. Esto se condice con los resultados de la Encuesta Nacional de Hogares de Propósitos Múltiples (ENHOGAR) 2022, realizada por la Oficina Nacional de Estadísticas (ONE, 2022). Según esta encuesta, solo el 1.7 % de los dominicanos mayores de 10 años siguió tele trabajando durante el 2022, mientras que el 98.3 % volvió a realizar sus funciones laborales de manera presencial.

4.2. Distribución horaria de los viajes

El perfil horario de los viajes en el área de estudio es un indicador que permite entender la dinámica de los viajes a lo largo del día, así como identificar las horas de mayor y menor congestión. La distribución horaria de los viajes en el GSD para un día hábil tanto en el 2018, como en el 2023 se presenta en la siguiente figura.

Figura 31: Distribución horaria de los viajes en el GSD para un día hábil

Distribución horaria 2018 **Distribución horaria 2023**



Como se puede observar en estos gráficos, el perfil horario de viajes en el 2018 y en el 2023 tiene una distribución similar, distinguiéndose dos picos bien marcados, los cuales ocurren entre las 06:00 y las 8:00 y entre las 16:00 y las 19:00. En ambos casos,

el pico de mayor intensidad a lo largo del día es a la mañana, específicamente de 07:00 a 8:00.

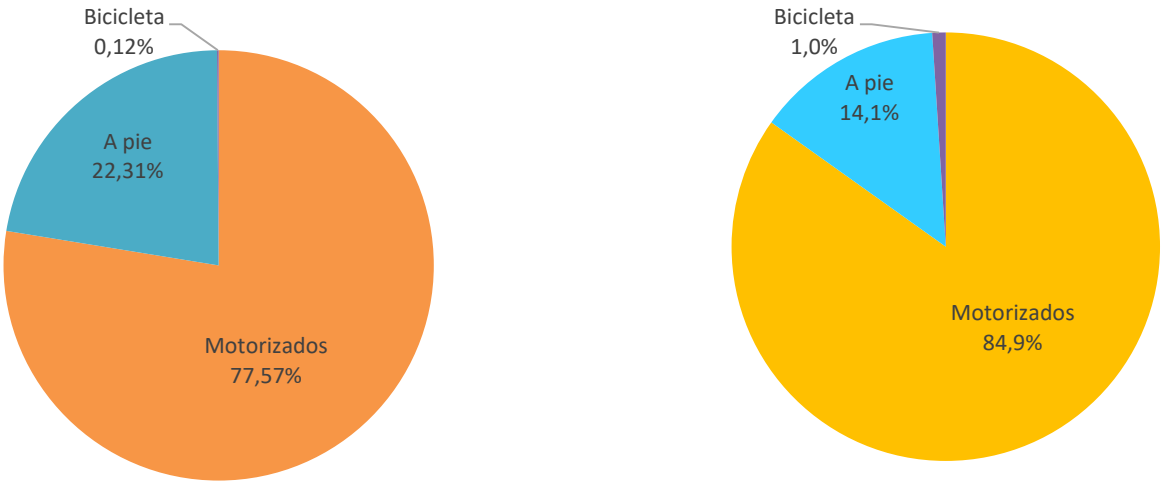
No obstante, el valle del medio día era mucho más pronunciado en 2018, con una marcada caída de los viajes entre las 11:00 y las 12:00, a diferencia de 2023, donde se observa que el comportamiento en esa franja horaria es más uniforme. Esto sugiere un cambio en los patrones asociados a los viajes del medio día después de la pandemia, posiblemente influenciado por ajustes en los horarios laborales, modalidades de trabajo más flexibles o cambios en las actividades diarias de las personas.

4.3. Distribución modal

Por otro lado, se analizó la distribución de los viajes en el GSD teniendo en cuenta si se realizaban en medios motorizados, en bicicleta o a pie. Como se puede observar en los siguientes gráficos, el modo más utilizado en el área de estudio es el motorizado (principalmente en auto particular según datos de la Encuesta de Movilidad 2018), seguido por el peatonal y, por último, con una muy baja participación, la bicicleta.

Figura 32: Distribución modal de los viajes en el GSD para un día hábil

Distribución modal 2018 **Distribución modal 2023**



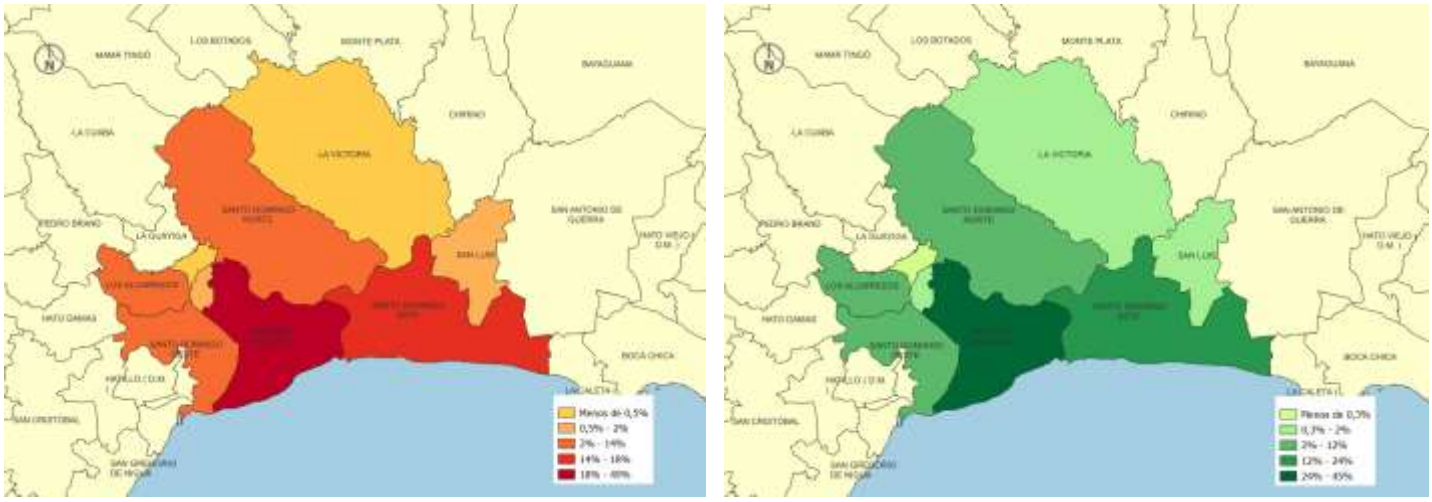
Aunque la distribución general de los viajes en función de los modos se ha mantenido desde el 2018, se registran variaciones que señalan una preferencia por los modos motorizados después de la pandemia, frente a los viajes a pie. Por el contrario, se evidencia un aumento en la preferencia de la bicicleta, que representa el 1% de los viajes en 2023. Esto último

4.4. Origen y destino de los viajes

Las siguientes figuras muestran esquemáticamente la cantidad de viajes por distrito municipal de origen para un día típico tanto para el año 2019, como para el 2023. De acuerdo con estas figuras, el Distrito Nacional es la zona que más viajes genera en el GSD, seguido por los municipios de Santo Domingo Este y Santo Domingo Norte.

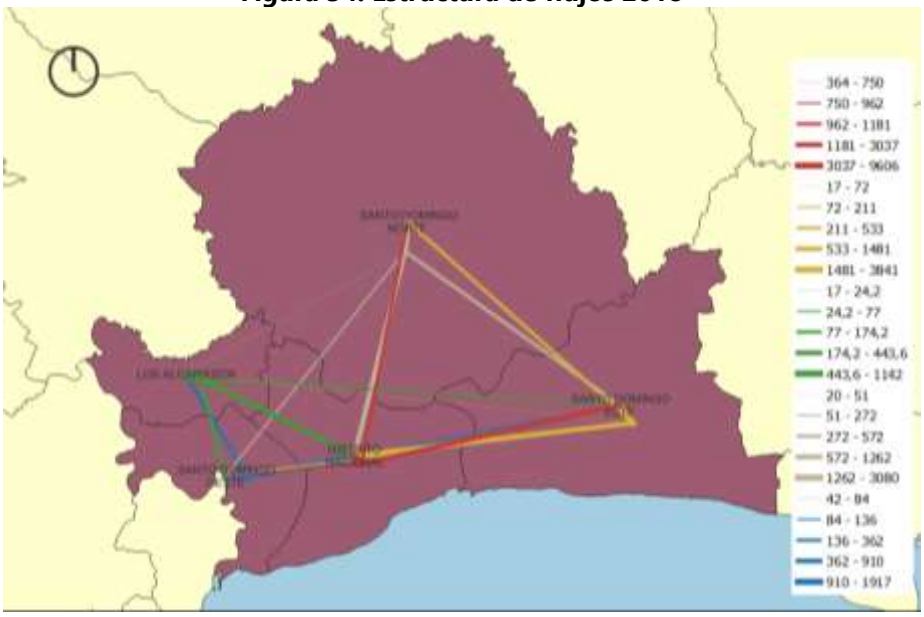
Figura 33: Viajes por distrito municipal de origen

Origen de los viajes 2018 **Origen de los viajes 2023**



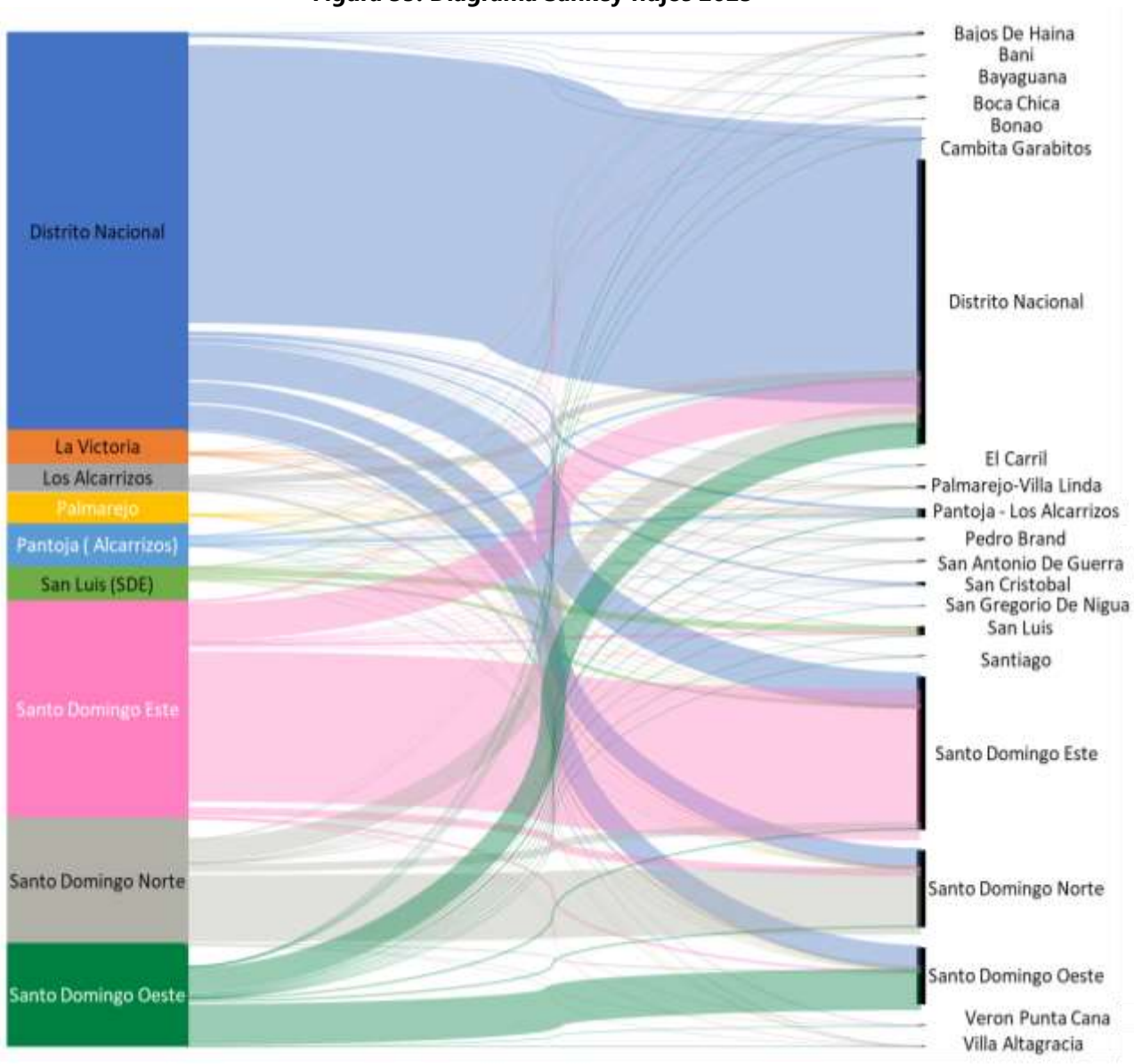
Por otro lado, con el objetivo de analizar los flujos de las personas que viajan diariamente en el GSD, se creó un mapa que ilustra la estructura de los flujos diarios en el área de estudio entre los diferentes municipios para el año 2018 (ver Figura 34).

Figura 34: Estructura de flujos 2018



Asimismo, se construyó un diagrama sankey para ilustrar esta estructura de flujos en el año 2023. Este diagrama representa gráficamente la cantidad de personas que viajan diariamente entre un distrito municipal y otro. Con el fin de tener un mejor entendimiento del gráfico, se filtraron los destinos que representaban más de 1.700 ocurrencias.

Figura 35: Diagrama Sankey flujos 2023



A partir de dichos diagramas se observa que la mayor parte de los desplazamientos en el GSD se realizan dentro de los mismos municipios de origen. En segunda instancia, los desplazamientos en el GSD tienen como principales destinos el Distrito Nacional, Santo Domingo Este y Santo Domingo Norte. Esta situación pone de manifestó la importancia de comprender los patrones de movilidad interurbanos, así como la

necesidad de implementar estrategias que mejoren la conectividad dentro de estos municipios y entre ellos.

5. Conclusiones y recomendaciones

La pandemia por el COVID-19 desencadenó una serie de transformaciones tanto a nivel mundial como local, generando importantes repercusiones económicas, sociales y políticas en todas las ciudades del planeta. Para evaluar los cambios que generó la pandemia en las dinámicas de movilidad en el Gran Santo Domingo, se realizó un análisis comparativo de la información relevada mediante la Encuesta Domiciliaria 2018, en el marco del PMUS del GSD, frente a la información inferida a partir de datos de telefonía celular con la plataforma de CITYFLOW.

De este análisis se desprende que, a diferencia de otras ciudades de la región, la pandemia no desencadenó una reducción generalizada de los viajes diarios con motivo de trabajo y estudio en el Gran Santo Domingo. Esto supone que los patrones de viaje en el GSD no fueron alterados significativamente después de la pandemia, como si sucedió en otras áreas urbanas, donde se adoptaron esquemas de teletrabajo total o parcial y de educación a distancia, que impactaron en la movilidad de los habitantes.
Por otro lado, llama la atención de los resultados obtenidos el notable aumento de los viajes en el GSD entre 2018 y 2023. De acuerdo con los resultados presentados se alcanzarían tasas de crecimiento anual de los viajes realizados en todos los modos del 12,2%; tasa que supera el crecimiento de la población de toda la República Dominicana para este mismo periodo. En este sentido, es importante tener en cuenta que estas cifras podrían estar influenciadas por diferencias en las metodologías empleadas para obtener los datos en 2018 y 2023, lo que impacta en la comparación directa de estos resultados. Asimismo, resulta esencial correlacionar los datos recopilados con otras variables geoespaciales que permitan proporcionar una explicación al fenómeno de concentración de flujos y el crecimiento de las tasas de viaje, principalmente con aspectos relacionados con los usos del suelo.

Finalmente, en este trabajo se demostró el potencial de la metodología propuesta para estimar matrices OD a partir de datos colaborativos de telefonía celular, permitiendo la caracterización de las dinámicas de movilidad de las ciudades y regiones de manera rápida y con un costo mucho más bajo que con los métodos tradicionales, como encuestas domiciliarias o de interceptación. No obstante, este es un primer paso en la aplicación de esta metodología y es necesario continuar investigando para mejorar la precisión y calidad de la información relevada.

6. Referencias Bibliográficas

Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo. (2016). Plan para el desarrollo económico local Gran Santo Domingo. Santo Domingo: Equipo técnico Instituto Tecnológico de Monterrey.

ONE. (2022). *Encuesta Nacional de Hogares de Propósitos Múltiples.* Santo Domingo, República Domincana.

SYSTRA. (2019). *Plan de Movilidad Urbana Sostenible para el GSD.* Santo Domingo: INTRANT.

ÁREAS TEMÁTICAS

SEGURIDAD VIAL E INGENIERÍA DE TRÁNSITO

LA MOTOCICLETA EN LATINOAMÉRICA. UN RETO DE POLÍTICA PÚBLICA, INGENIERÍA Y SALUD PÚBLICA

Jorge Luis Riveros Rodríguez Consultor en Transporte y Seguridad Vial. jlriverosr@gmail.com

Latinoamérica enfrenta un gran desafío en el ámbito del transporte público, y uno de los aspectos más destacados es la creciente preferencia y uso de las motocicletas. A medida que las ciudades experimentan un crecimiento demográfico acelerado, los indicadores de servicio del transporte público no son los mejores en términos de cobertura y cumplimiento de programaciones, y la congestión vehicular se convierte en un problema cotidiano, es imperativo abordar la cuestión de las motocicletas desde una perspectiva a corto, mediano y largo plazo, involucrando a la ingeniería, la gobernanza y la salud pública, partiendo desde la visión del usuario.

En lo que respecta al transporte público, en muchas ciudades latinoamericanas enfrenta deficiencias significativas que afectan la movilidad de los ciudadanos. Buses con alta ocupación, rutas poco eficientes y frecuencias irregulares son comunes. En este contexto, las motocicletas emergen como una alternativa viable para mejorar la conectividad y la accesibilidad en áreas urbanas y suburbanas. La agilidad de las motocicletas permite a los usuarios filtrarse en el tráfico, reduciendo los tiempos de viaje y mejorando la eficiencia del transporte personal.

Además, las motocicletas son una solución accesible para aquellos que no pueden costear vehículos más grandes. La flexibilidad financiera que ofrecen las motos puede ser crucial para personas de bajos recursos económicos, permitiéndoles acceder a oportunidades laborales y educativas que de otra manera serían inalcanzables, o por lo menos así lo perciben.

Por otro lado, uno de los aspectos más relevantes al considerar las motocicletas en Latinoamérica es la facilidad que brindan para trabajar. Muchas actividades económicas, como la entrega de alimentos o mensajería, se benefician enormemente de la movilidad proporcionada por las motocicletas. En un contexto laboral, las motocicletas ofrecen una solución eficiente y rentable para la distribución de bienes y servicios.

A pesar de las posibles ventajas que se enunciaban anteriormente, las externalidades del uso de la moto son muy graves. En la región de Latinoamérica el 57% de muertes en el tránsito son de usuarios de vehículos motorizados de 2 o más ruedas.

En el anterior contexto, la ingeniería de tráfico y la planificación urbana deben analizar de manera integral la manera de integrar de forma segura a las motocicletas en el paisaje urbano, fomentando un entorno seguro y eficiente para su operación. Además, analizar las medidas más pertinentes en relación con la gestión de la demanda de este modo de transporte.

La gobernanza desempeña un papel central en la regulación y supervisión del uso de motocicletas. Implementar normativas y políticas que fomenten el uso responsable y seguro de estos vehículos es esencial para evitar siniestros viales y garantizar la convivencia armoniosa con otros modos de transporte.

Los siguientes componentes resultan fundamentales para la gestión de la seguridad vial:

Gestión de la velocidad

La gestión de la velocidad es un componente crucial en la seguridad vial de los motociclistas. La velocidad excesiva es una de las principales causas de accidentes de tráfico, especialmente para quienes viajan en motocicleta debida a su menor protección en comparación con otros vehículos. Para abordar este problema, es necesario implementar medidas que regulen y controlen la velocidad en las vías públicas.

Las estrategias para gestionar la velocidad incluyen la implementación de límites de velocidad adecuados y su aplicación efectiva a través de sistemas de control de velocidad y vigilancia policial. Además, es importante concienciar a los conductores sobre los peligros de la velocidad excesiva y promover una cultura vial que valore la seguridad sobre la velocidad.

Enforcement – "control" y percepción de control

El enforcement, entendido como el control y la aplicación de las normativas de tráfico, desempeña un papel fundamental en la seguridad vial de los motociclistas. La percepción de control por parte de los conductores es crucial para garantizar el cumplimiento de las leyes de tránsito y reducir el riesgo de accidentes.

Para mejorar el enforcement, es necesario contar con un sistema efectivo de aplicación de multas y sanciones para quienes infrinjan las normas de tráfico. Además, se deben implementar campañas de concientización que promuevan el respeto por las reglas de circulación y refuercen la importancia del cumplimiento de las leyes viales para la

seguridad de todos los usuarios de la vía. La tecnología resulta ser fundamental para alcanzar este objetivo a través de tramos de velocidad controlada, elementos disuasorios, entre otros.

Economía del comportamiento. Incentivos y sanciones

La economía del comportamiento se centra en cómo los incentivos y las sanciones pueden influir en el comportamiento de los conductores y mejorar la seguridad vial. En el caso de los motociclistas, es importante diseñar políticas que fomenten conductas seguras y desincentiven comportamientos de riesgo.

Los incentivos pueden incluir descuentos en el seguro de vehículos para conductores que demuestren un historial de conducción seguro, mientras que las sanciones deben ser lo suficientemente disuasorias para desalentar comportamientos peligrosos. Es esencial encontrar un equilibrio entre ambos para promover una conducta responsable en las carreteras.

Vehículos seguros

La seguridad de los vehículos es un aspecto fundamental de la seguridad vial de los motociclistas. Los fabricantes deben diseñar motocicletas con características de seguridad mejoradas, como sistemas de frenado avanzados, luces de freno adicionales y tecnología de estabilidad para reducir el riesgo de accidentes.

Además, es importante promover la utilización de equipos de protección personal, como cascos certificados, chaquetas con protecciones y guantes, para minimizar las lesiones en caso de colisión. La regulación y certificación de la seguridad de los vehículos son clave para garantizar que los motociclistas cuenten con medios seguros de transporte.

Infraestructura

La infraestructura vial juega un papel fundamental en la seguridad de los motociclistas. Es necesario diseñar y mantener carreteras y calles que se adapten a las necesidades específicas de este tipo de vehículos, incluyendo pavimento de alta calidad y señalización adecuada.

Además, la implementación de medidas de mitigación de riesgos, como reductores de velocidad y barreras de protección, puede ayudar a reducir la incidencia de accidentes. La planificación urbana debe tener en cuenta la seguridad de los motociclistas para garantizar un entorno vial seguro y accesible para todos.

Licencias de conducción

Las licencias de conducción son un requisito fundamental para garantizar la competencia y la responsabilidad de los motociclistas en las carreteras. Es importante que los conductores obtengan una formación adecuada y demuestren su capacidad para manejar una motocicleta de manera segura antes de obtener una licencia de conducción.

Además, es necesario establecer procedimientos de renovación periódica de las licencias para garantizar que los conductores sigan cumpliendo con los estándares de seguridad establecidos. La implementación efectiva de sistemas de licencias contribuye a mejorar la calidad de los conductores en las vías y reduce el riesgo de accidentes.

El desarrollo y la gestión adecuada de las motocicletas en Latinoamérica son esenciales para abordar las deficiencias en el transporte público, aprovechar las oportunidades laborales que ofrecen y mitigar los riesgos asociados con su creciente popularidad. La integración de la ingeniería, la gobernanza y la salud pública en estrategias coordinadas es crucial para garantizar que el impacto de las motocicletas en la movilidad y la economía no venga a expensas de la seguridad y la sostenibilidad.

Uso del casco y elementos de protección personal

El casco es un componente fundamental en la seguridad de los motociclistas. Su uso adecuado puede marcar la diferencia entre la vida y la muerte en caso de accidente. Esta página se centrará en la importancia del uso del casco, sus beneficios y algunas consideraciones importantes al elegir y usar este equipo de protección.

Beneficios del uso del casco:

- Protección contra lesiones graves: El casco protege la cabeza del motociclista en caso de colisión, reduciendo el riesgo de lesiones graves o fatales, como traumatismos craneales y lesiones en el cerebro.
- Reducción del impacto: El casco absorbe y distribuye la fuerza del impacto en caso de accidente, lo que ayuda a minimizar el daño al cráneo y al cerebro.
- Protección contra elementos externos: Además de proteger contra lesiones por impacto, el casco también protege la cabeza del motociclista contra objetos voladores, escombros y condiciones climáticas adversas.
- Visibilidad y comunicación: Algunos cascos están diseñados con visores que mejoran la visibilidad y protegen los ojos del motociclista contra el viento, el polvo y los desechos. Además, muchos cascos cuentan con sistemas de

comunicación integrados que permiten a los motociclistas mantenerse en contacto con otros conductores o recibir instrucciones de navegación.

El uso del casco es una medida de seguridad indispensable para los motociclistas. No solo es obligatorio en muchos países, sino que también es una decisión inteligente para proteger la vida y reducir el riesgo de lesiones graves en caso de accidente.

Adicionalmente, es fundamental promover el uso de elementos adicionales, como rodilleras, coderas, protectores de espalda, chalecos airbag, entre otros sistemas, especialmente en aquellos que usan la moto como herramienta de trabajo, por sus altos niveles de exposición.

Casos de estudio y de análisis

Colombia

Hasta 2018, Colombia contaba en su marco normativo con los tres primeros escaños, en 2019 la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) avanzó en la consolidación de las condiciones faltantes expidiendo el reglamento técnico de cascos protectores para el uso de motocicletas, dirigido a los fabricantes, comercializadores e importadores para que garanticen que el mercado cumpla con los requisitos mínimos establecidos.

En 2020 se establece la regulación del uso apropiado del casco, incluyendo el uso del casco abrochado, inmerso en la cabeza y prohibiendo el uso de equipos móviles entre la cabeza y el casco. Dos meses después de la implementación, datos preliminares mostraron una reducción de las fatalidades de motociclistas por trauma craneoencefálico del 7% en comparación con otras causas de muertes, gracias a la articulación entre regulación, control y pedagogía

Fuente: https://blogs.iadb.org/transporte/es/colombia-avanza-en-la-promocion-del-uso-adecuado-del-casco-para-salvar-las-vidas-de-los-motociclistas%EF%BF%BC/

Bogotá

Bogotá implementó un Plan de Seguridad vial para Motociclistas (https://lanueva.movilidadbogota.gov.co/motociclistas**),** el cual evidenció importantes reducciones en muertes de este actor vial durante los primeros años de su implementación.

ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL SISTEMA INFORMAL MOTOCONCHO EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO ORGANIZADO DE SANTO DOMINGO, REPÚBLICA DOMINICANA.

Jazmín Pieczanski
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, AC&A. Buenos Aires, Argentina.
jpieczanski@acyaglobal.com

Maximiliano Roca
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, AC&A. Buenos Aires, Argentina.
mroca@acyaglobal.com

Miguel Uranga
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, AC&A. Buenos Aires, Argentina.
muranga@acyaglobal.com

RESUMEN

El transporte informal en Santo Domingo, compuesto por guaguas, conchos y motoconchos ha experimentado cambios significativos en los últimos años. El Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre –INTRANT-, como ente rector en la planificación del transporte, ha comenzado en los últimos años a trabajar en la reestructuración corredores de conchos para cambio modal por rutas de transporte público en autobús, y planea extender esta intervención en diversos corredores informales del Gran Santo Domingo. Sin embargo, a diferencia de los conchos, se observa que en los corredores reestructurados, los motoconchos persisten en la informalidad y han experimentado un crecimiento, atrayendo a la demanda del transporte formal gracias a menores tiempos de viaje derivado, según se observa, de las transgresiones a las normas de tránsito en general y la conducción agresiva sobre la vía pública sobre los peatones en particular. Esta situación plantea desafíos críticos futuros, como ser la migración de usuarios del transporte público hacia los motoconchos (que amenaza la sostenibilidad financiera del sistema formal y afectando proyectos futuros), el aumento en la contaminación ambiental y en la siniestralidad. Este ensayo tiene por objeto analizar los distintos impactos negativos de esta situación y cuantificar los costos económicos para la sociedad.

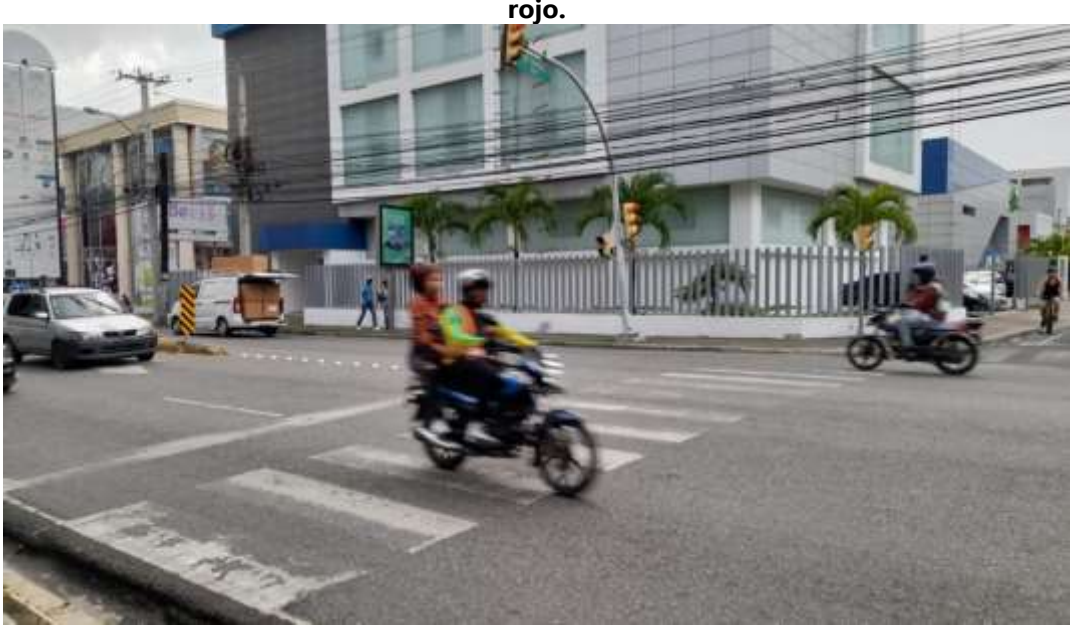
1. Introduccion

Según los últimos datos de movilidad del PMUS del Gran Santo Domingo (2018), el 36% de los viajes se realizan en transporte público en un sistema que combina el transporte de capacidad (Metro y líneas regulares de buses) con una estructura de rutas, basada en micro y mini buses, carros compartidos tipo taxi -conchos-, que acercan desde las paradas y terminales a los usuarios a sus orígenes/destinos finales.
La oferta de transporte se completa con los denominados "motoconchos", que son motocicletas utilizadas para el transporte popular en las zonas urbanas y suburbanas, donde en general no se tiene acceso directo a los autobuses y demás formas de movilidad que existen en la ciudad.

De acuerdo con las estimaciones del PMUS, los motoconchos cubren alrededor del 10% de la demanda que se genera en el Gran Santo Domingo (GSD). De acuerdo con el AIPMUS 1.1 cada motoconcho puede transportar diariamente 20 personas (considerando un horario entre las 5:00h y las 21:00h) con mayores costos que el transporte público organizado pero con menores tiempos de viaje.

Sin embargo, se entiende que la presencia de motoconchos genera preocupaciones no solo en términos de disrupción del transporte público formal sino también en relación con la movilidad sostenible. Sobre este medio de transporte se ha observado en Santo Domingo una habitual transgresión de las leyes de tránsito, tanto en viajes con y sin pasajeros, y la ausencia generalizada de cascos, situación que no solo compromete la seguridad individual sino también afecta al sistema de salud pública debido a las consecuencias de esta falta de protección.

Figura 36: Trasgresión a las normas de tránsito, por ausencia de casco y cruce con semáforo en rojo.



Fuente: Repositorio de imágenes propias.

Considerando que las motos son la fracción predominante del parque vehicular en el país, representando un 56,07% del parque vehicular (DGII, 2022) y es el principal tipo de vehículo involucrado en los accidentes registrados, con alrededor del 66.7% de los accidentes involucrando motocicletas (OPSEVI, 2022), resulta esencial analizar los impactos relacionados con la prestación del servicio de motoconchos en la región.
La siniestralidad vial en Santo Domingo constituye un desafío crítico, con una alta incidencia de accidentes, las lesiones graves, las fatalidades y diversos factores contribuyentes que han creado un escenario preocupante. El comportamiento imprudente de conductores, el exceso de velocidad y la falta de cumplimiento de normas de conducción, entre otros factores, resultan los principales contribuyentes a este problema.

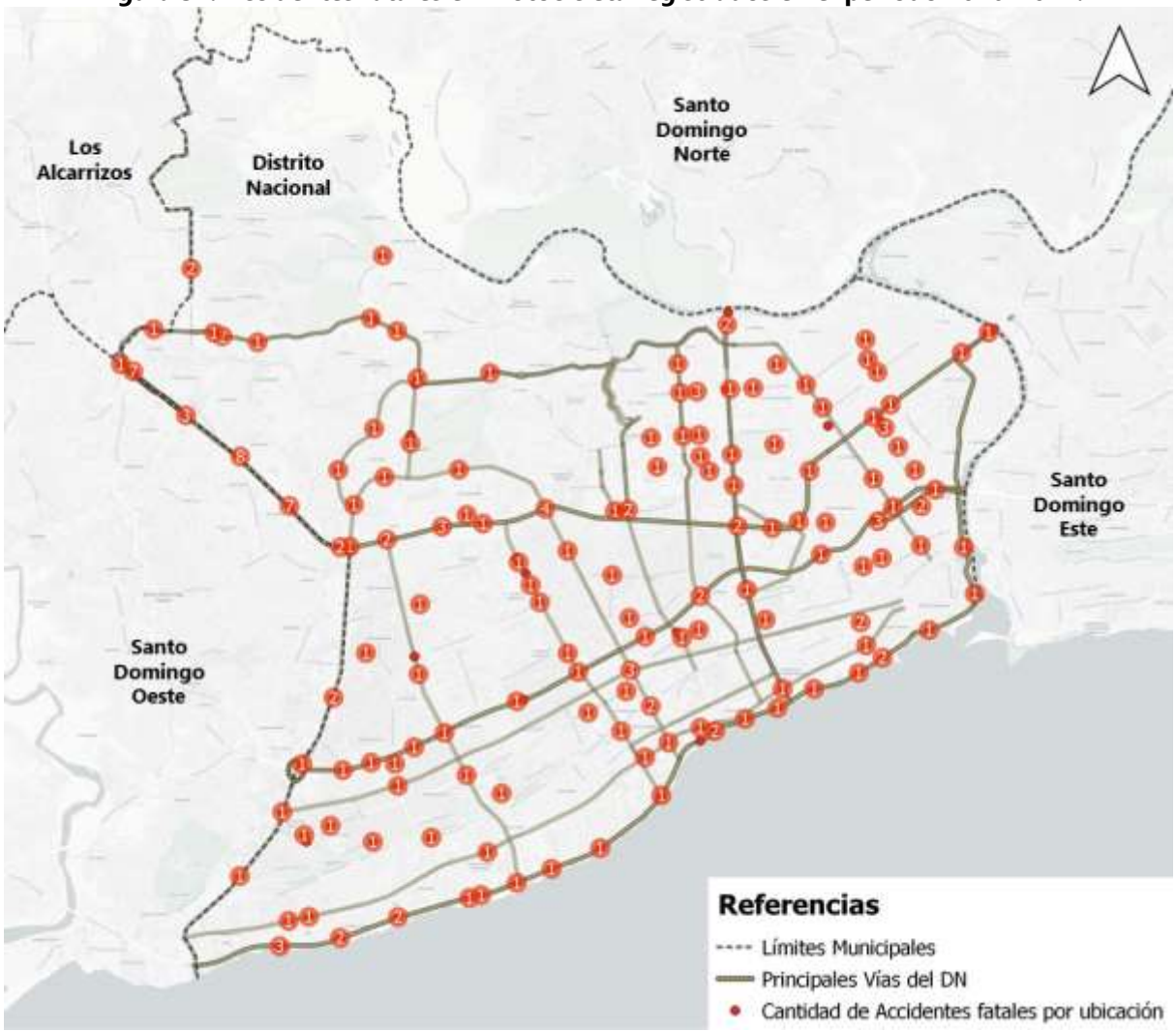
En términos de cifras, de acuerdo con los datos de siniestralidad vial publicados por el OPSEVI (2022), la tasa de mortalidad en la República Dominicana por accidentes de tránsito se registró en 27.5 muertes por cada 100.000 habitantes y 1.1 muertes por cada 10.000 vehículos; mientras que la tasa de lesionados fue de 115.6 por cada 10.000 habitantes y 225 por cada 10.000 vehículos. De acuerdo con la distribución por sexo se destaca la prevalencia de accidentes mortales entre hombres (87.6%), y respecto al grupo etario prevalecen la mortalidad en jóvenes de entre 20 y 24 años de edad (15.67%).

De la misma fuente se obtiene que Santo Domingo resultó la provincia con la mayor mortalidad a causa del tránsito en 2022, registrándose 17.7 muertes por cada 100.000 habitantes (17,7%), y en particular, el Distrito Nacional (DN) con una tasa de mortalidad

de 14.1 muertes por cada 100.000 habitantes (5.1%) y 1.3 lesionados por cada 10.000 vehículos.

La mayor cantidad de accidentes en motocicleta dentro del DN tiene lugar sobre las vías de mayor jerarquía vial como muestra la Figura 37, sumado a que según las infracciones de tránsito registradas en el país por la DIGESETT (2022), la infracción más común es el incumplimiento del uso del casco en motocicletas (22.1%) superando ampliamente a la segunda y tercera causa que son las violaciones a la luz roja (8.8%), y el no uso del cinturón de seguridad (7,1%).

Figura 37: Accidentes fatales en motocicleta registrados en el período 2016-2021.



Fuente: Elaboración propia basada en datos de OPSEVI (2022).

Dicho lo anterior se entiende que este comportamiento imprudente no solo impacta directamente en la seguridad vial, sino que también socava el sistema de transporte público formal. La competencia desleal en términos de tiempo de viaje, provocada por el irrespeto a las normas de tránsito, atrae a los usuarios a migrar hacia el sistema informal, debilitando la sostenibilidad financiera del sistema de autobuses.

En este contexto, este ensayo busca ofrecer una comprensión integral del impacto económico ligado a la operación del servicio de motoconchos en el Distrito Nacional a través de la monetización de impactos como la accidentalidad y la contaminación ambiental.

2. Información base

Con el objetivo de identificar y monetizar los impactos que genera la prestación del servicio de motoconchos en el Distrito Nacional se recopilaron datos sobre: a) la flota de motoconchos que circula por el Distrito Nacional; b) los Vehículo-Kilómetro (VKM) que recorre la misma por los principales corredores del DN; c) las tasas y costos relacionados con la contaminación atmosférica como consecuencia de los ruidos y la emisión de gases contaminantes (CO2, NOx) y material particulado; y d) el valor económico de cada vida humana, herido severo y herido leve en la República Dominicana.

De acuerdo con la información experiencia obtenida a partir de la elaboración del Plan Integral de Movilidad Urbana Sostenible para el Área Metropolitana de San José de Costa Rica (AC&A, 2018); el Estudio para el desarrollo del Programa de movilidad urbana sostenible del BCIE en Centroamérica y República Dominicana (AC&A, 2021); y la Guía práctica para el cálculo de Emisiones de gases de efecto invernadero (Oficina Catalana del Cambio Climático, 2011), se estima que una motocicleta emite alrededor de 135 gr de dióxido de carbono por kilómetro recorrido, 1 gr de óxido de nitrógeno, y 0,2 gr de material particulado, con un costo estimado para el año 2022 en la República Dominicana de 52, 1.506, y 29.515 USD por tonelada emitida respectivamente.

Para la estimación de las emisiones sonoras se utilizaron los valores reflejados en la metodología del Victoria Transport Policy Institute para áreas urbanas, que establece costos marginales del ruido por vehículo-kilómetro según el tipo de vehículo, obteniéndose un costo de 0,03 USD/VKM para la República Dominicana.

En lo que respecta a la siniestralidad, el Manual "*Evaluación Económica de Proyectos de Transporte*" publicado por el Gobierno de España en el año 2010 presenta el costo estadístico de una vida humana, un herido severo y un herido leve para España en el año 2002. Siendo que estos costos están asociados al PIB de cada país, se correlacionó el PIB de España y el de República Dominicana para tal año y se actualizó dicho valor con el crecimiento del PIB entre 2002 y 2022, a partir de datos publicados por el Banco Mundial. Como resultado se obtuvo que el valor económico de cada vida humana,

herido severo y herido leve en la República Dominicana es de USD 155.229,22, USD 20.088,49, y USD 1.552,29 respectivamente.

Finalmente, se estima la flota de motoconchos de acuerdo con los datos presentados en los diversos informes del Proyecto AIPMUS 1.1 (2022 – 2023), resultando así una flota de alrededor de 5.000 motoconchos circulando por el DN de la República Dominicana. Teniendo en cuenta que la máxima accidentalidad se identifica sobre las principales vías del DN se tienen entonces la siguiente cantidad de VKM para cada corredor:

Tabla 20: Determinación VKM de motoconchos en las principales vías del DN.

Corredor	VKM
AU Duarte/Av. Kennedy/Av. Padre Castellanos	72.214
Av. 27 de Febrero	50.873
AU 30 de Mayo/Av. Washington	61.526
Av. Luperón	33.184
Av. Máximo Gómez	26.544
Av. Churchill	21.885
Av. Lincoln	19.608
Av. De los Próceres	18.483
Av. República de Colombia	32.888
Total	337.206

3. Impactos

A partir de los datos anteriores se determinan para este ensayo los impactos cualitativos y cuantitativos del servicio de motoconchos para las principales vías del DN.

En términos ambientales, se consideran los impactos producidos por la emisión de dióxido de carbono (CO_2), óxidos de nitrógeno (NOx), y material particulado (PM10), los cuales no sólo afectan la calidad del aire sino que contribuyen al calentamiento global generando alteraciones en patrones climáticos y eventos extremos, y contribuyendo a la formación de ozono. Considerando las tasas de emisión de cada uno de estos contaminantes, el transporte motoconcho emite un total de 46 toneladas en su circulación por las vías jerárquicas del DN, casi en su totalidad de CO2 (99,12%). Siendo el transporte el mayor contribuyente de la contaminación sonora, afectando no solo el ambiente sino la salud, la amenidad y la productividad de las personas, se identifica la cantidad de VKM recorridos por los motoconchos en las principales vías para monetizar su impacto.

El comportamiento imprudente de los motoconchos en Santo Domingo contribuye a un aumento en los accidentes de tráfico, derivando según las estadísticas en lesiones graves y hasta la pérdida de vidas humanas principalmente a causa de la trasgresión a las leyes de tránsito y la falta de uso de elementos de protección como los cascos. Para determinar la cantidad de accidentes en las vías mencionadas, se afecta la cantidad de VKM por las tasas de accidentes fatales y con heridos cada 100 millones de VKM, resultando un total de 4 accidentes: 2 con heridos leves, 1 con heridos graves y un accidente fatal.
Por otro lado, la combinación de emisiones de gases contaminantes y contaminación sonora representa una carga significativa para la salud pública en la ciudad. Gases como el CO2, NOx y las partículas en suspensión se asocian con enfermedades pulmonares y cardiovasculares, y los ruidos en entornos urbanos se vinculan con un aumento en los niveles de estrés, trastornos del sueño y afectación de la salud auditiva. Considerando que según los datos registrados por el OPSEVI entre 2016 y 2021 alrededor del 30% de los accidentes registrados en motocicletas requirieron asistencia médica para la víctima, se manifiesta la importancia de implementar medidas para reducir estos impactos y mejorar la calidad de vida de los habitantes de Santo Domingo.

Finalmente, destacar que los motoconchos tienen un impacto sobre el sistema de transporte público urbano al abordar las paradas y ofrecer su servicio a los pasajeros que esperan allí, influenciando la elección de los usuarios.

Si bien el costo de los motoconchos (entre RD$50 y RD$100 dependiendo la cantidad de pasajeros) es superior al del transporte público organizado (entre RD$24 y RD$50 según el PMUS del GSD), se observa una tendencia sobre los usuarios a preferir el primero debido a menores tiempos de viaje, que en algunos casos puede llegar hasta un 50%[23]. Cabe destacar que esta preferencia se logra a expensas de un servicio que no cumple con las normas de tránsito ni de seguridad, que carece de segregación vial y que obliga al sistema formal a asumir los costos de la congestión.

Esta competencia desleal impacta en la migración de usuarios desde el transporte público hacia el servicio de motoconchos, generando un deterioro en el sistema formal y amenazando su sostenibilidad financiera, así como la implementación de futuros proyectos destinados a mejorar dicho sistema.

23 Estimación basada en Google Traffi e información relevada por AC&A.

4. Monetización

Finalmente se determinan los costos totales asociados a los impactos mencionados anteriormente.

Tabla 21: Impactos económicos derivados del servicio informal de motoconchos.

Corredor	Costo Total (USD)					Subtotal por Corredor
	Emisiones Ambientales				Siniestralidad	
	Ruidos	CO2	NOx	PM10		
AU Duarte/ Av. Kennedy/ Av. Padre Castellanos	$2.166,43	$ 505,86	$107,63	$ 447,59	$ 4.154,21	$ 7.381,71
Av. 27 de Febrero	$1.526,20	$ 356,36	$ 75,83	$ 315,32	$ 2.926,55	$ 5.200,26
AU 30 de Mayo/Av. Washington	$1.845,77	$ 430,98	$ 91,70	$ 381,34	$ 3.539,33	$ 6.289,12
Av. Luperón	$ 995,53	$ 232,45	$ 49,46	$ 205,68	$ 1.908,96	$ 3.392,07
Av. Máximo Gómez	$ 796,31	$ 185,94	$ 39,56	$ 164,52	$ 1.526,96	$ 2.713,29
Av. Churchill	$ 656,56	$ 153,30	$ 32,62	$ 135,65	$ 1.258,98	$ 2.237,11
Av. Lincoln	$ 588,25	$ 137,35	$ 29,23	$ 121,53	$ 1.127,99	$ 2.004,35
Av. De los Próceres	$ 554,49	$ 129,47	$ 27,55	$ 114,56	$ 1.063,26	$ 1.889,34
Av. República de Colombia	$ 986,65	$ 230,38	$ 49,02	$ 203,84	$ 1.891,93	$ 3.361,82
Subtotal	$10.116,18	$2.362,10	$502,60	$2.090,03	$19.398,16	$34.469,07

Esto se traduce en un costo económico total de contaminación de USD 34.469,07 anuales para la flota de motoconchos estimada para el Distrito Nacional para el año 2022.

5. Conclusiones

El funcionamiento del servicio informal de motoconchos revela una compleja red de impactos que afectan no solo la movilidad urbana sino también la salud pública y el medio ambiente. La preferencia de los usuarios por este servicio informal, impulsada por tiempos de viaje más cortos, se traduce en una competencia desleal que socava la sostenibilidad financiera del sistema de transporte público formal.

Sin embargo, esta preferencia se logra por un servicio que duplica a la velocidad del transporte público organizado (el cual se encuentra en inferioridad de condiciones), que transgrede las normas de tránsito y de seguridad vial, y que obliga al sistema formal a asumir los costos de la congestión.

El análisis económico revela un costo que asciende a los USD 34.469,07 anuales para la flota y corredores mencionados tomando como referencia el año 2022, relacionados principalmente con la siniestralidad (56%) y las emisiones sonoras (29%). El mayor impacto económico es observado en las travesías del Distrito Nacional: Av. Kennedy (21%), AU 30 de Mayo/Av. George Washington (18%), y Av. 27 de Febrero (15%).

Por otro lado, es destacable el impacto del servicio de motoconchos sobre la salud pública:

- Como consecuencia de la asistencia médica brindada a la víctima luego de los accidentes (30% de los accidentes en motocicletas registrados entre 2016 y 2021 requirieron asistencia), y
- Por la aparición de diferentes patologías asociadas a la emisión de gases contaminantes (pulmonares, cardiovasculares, aumento en los niveles de estrés, trastornos del sueño, etc.).

En este contexto, resulta imperativo abordar la prestación del servicio de motoconchos desde una perspectiva económica para garantizar la viabilidad del sistema de transporte formal y mitigar los impactos financieros asociados a la siniestralidad y la contaminación. La implementación de políticas efectivas, regulaciones y medidas de seguridad vial se presenta como esencial para preservar la salud económica de la ciudad y mejorar la calidad del transporte público en Santo Domingo.

Estas políticas podrían contemplar entre otros: a) la implementación de la obligatoriedad del uso de casco tanto para el conductor como para los pasajeros; b) limitar la cantidad de pasajeros por motoconcho a uno; c) reforzar la fiscalización y establecer un sistema de pérdida de licencia para conductores que violen las normas de tránsito (como aquellos conductores que crucen los semáforos en rojo); d) prohibir la circulación de motoconchos en rutas designadas para el transporte público en autobús, incluyendo OMSA y la red privada.

6. Referencias Bibliográficas

AC&A (2018). Plan Integral de Movilidad Urbana Sostenible para el Área Metropolitana de San José de Costa Rica.

AC&A (2021). Estudio para el desarrollo del programa de movilidad urbana sostenible del BCIE en Centroamérica y República Dominicana.

De Rus et al (2010). Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte.

Dirección General de Impuestos Internos (2022). Informe Parque Vehicular.

Dirección General de Seguridad de Tránsito y Transporte Terrestre (2023). Policía Nacional, República Dominicana. https://digesett.gob.do/index.php

Observatorio Permanente de Seguridad Vial de la República Dominicana (2023). INTRANT. https://opsevi.intrant.gob.do/

Observatorio Permanente de Seguridad Vial de la República Dominicana (2023). INTRANT. Datos de mortalidad a causa del tránsito en República Dominicana para el año 2022. (https://opsevi.intrant.gob.do/dinamica/)

Oficina Catalana del Cambio Climático (2011). Guía práctica para el cálculo de Emisiones de gases de efecto invernadero.

SYSTRA (2019). Plan de Movilidad Urbana Sostenible del Gran Santo Domingo.

TRN TARYET (2022). Diseño Conceptual de la Red De Transporte Masivo y del SITP del Gran Santo Domingo y formación de equipo de modelación el INTRANT.

Victoria Transport Policy Institute (2022). Transportation Cost and Benefit Analysis II – Noise Costs.

ANÁLISIS DE TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL EN INTERSECCIONES ALEDAÑAS A INSTITUCIONES EDUCATIVAS. ESTUDIO DE CASO POPAYÁN COLOMBIA.

Andrea Yamilex Burgos Ceballos1
Universidad del Cauca, Popayán, Cauca, Colombia. leidyburgo@unicauca.edu.co

Carlos Aníbal Calero Valenzuela2
Universidad del Cauca, Popayán, Cauca, Colombia. ccalero@unicauca.edu.co

Carlos Eduardo Oñate Bastidas3
Universidad del Cauca, Popayán, Cauca, Colombia. carloseduardo@unicauca.edu.co

RESUMEN

Las intersecciones urbanas constituyen puntos críticos con impactos negativos en la seguridad y eficiencia operacional. Un ejemplo se presenta en el sector Tulcán de la Universidad del Cauca en Popayán, donde dos intersecciones (Carrera 2 con Calle 15N y con Calle 9bn) cercanas a instituciones educativas plantean problemas de congestión y riesgos viales debido al comportamiento vehicular y a los altos volúmenes de tráfico. El objetivo de este estudio es definir escenarios de optimización considerando variables clave para la seguridad y eficiencia operacional para ser comparados y evaluados en programas de simulación. Se realizó una búsqueda bibliográfica en Scopus para obtener las variables relevantes, se recopilo datos de campo de las intersecciones, incluyendo volúmenes y composiciones vehiculares de cada acceso, entre otros datos necesarios para el desarrollo de los modelos. Con estos datos se procedió a la modelación, simulación, calibración y validación del escenario base. Durante la investigación se identificaron factores como el número de paradas de autobuses, el comportamiento del usuario y los volúmenes vehiculares como variables independientes de mayor influencia en seguridad y eficiencia operacional. Se observó que intervenciones geométricas sobre el carril de mayor flujo vehicular desencadena variación en las demoras y las colas y que el tiempo de espera en la acera lleva a los peatones a adoptar conductas riesgosas al cruzar la calle.

1. Introducción

Los traumatismos derivados del tránsito son la principal causa de muerte a nivel mundial entre personas de 5 a 29 años (Organización Mundial de la Salud, 2022). En Colombia, desde 2019, se han registrado 90,013 víctimas mortales, siendo el 26.7% peatones. Estas cifras resaltan la gravedad de los accidentes viales, especialmente en Popayán, donde se han reportado 14 transeúntes fallecidos en 2023 (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2023). Aunque las cifras indican un problema de salud pública, la infraestructura actual de las vías urbanas es insuficiente para garantizar la seguridad de los transeúntes y satisfacer las necesidades de movilidad de las personas con discapacidad motriz. La falta de aceras amplias, superficies estables firmes, así como la ausencia de estructuras como rampas o bordes biselados para cambios de nivel, contribuyen a la vulnerabilidad de los peatones al transitar la calle (Paz L, 2018).

Las intersecciones con alta actividad peatonal, densidad residencial y uso de autobuses presentan tasas elevadas de colisiones con peatones (Quistberg et al, 2015). En Popayán, se evidencian carencias en la infraestructura, seguridad vial y eficiencia operativa. En el Plan de Movilidad para el Municipio de Popayán (2015), se subraya la falta de atención a la seguridad de los usuarios vulnerables. Un ejemplo es el sector Tulcán de la Universidad del Cauca, ilustrado en la figura 1, donde las intersecciones de la Carrera 2 con Calle 15 Norte y de la Carrera 2 con Calle 9bn, aledañas a dos instituciones educativas, carecen de ciclos óptimos de semáforos, señalización adecuada y continuidad en las ciclovías, amenazando la seguridad de los estudiantes y demás usuarios de las intersecciones.

Figura 1: Imagen satelital del sector Tulcán exportada de Google Earth.

Durante las horas pico generales del sector Tulcán (7:00am, 12:00pm, 1:00pm, y 6:00pm) debido a que las instituciones educativas funcionan bajo el horario de la mañana y tarde, añadiendo que en la Universidad se incluye programas en horarios nocturnos, se generan flujos significativos de vehículos y peatones en ambas

intersecciones. La figura 2 ilustra la obstrucción total de un carril por sentido en la Carrera 2 durante una de las horas pico debido al comportamiento de los usuarios, lo que genera bloqueos aguas abajo de la intersección y colas de hasta 800 metros.

Figura 2: Comportamiento de los usuarios en una de las horas pico

Dada la vulnerabilidad de los estudiantes ante los riesgos mencionados, es imperativo implementar estrategias para mejorar la seguridad peatonal. Esto podría abarcar intervenciones en el paisaje urbano y la comprensión del diseño vial (Ihssian & Ismail, 2023). Por lo tanto, es esencial analizar la aplicabilidad de estos factores en la zona de estudio y explorar elementos adicionales. El objetivo principal es establecer escenarios para el sector de estudio mediante la identificación de variables que afectan la seguridad vial y la eficiencia operativa. Este documento detalla los logros obtenidos, incluyendo una búsqueda en la base de datos Scopus para identificar variables aplicadas en otros casos de estudio, destacando aquellas que influyen en aumentar los choques y permiten una gestión optimizada del tráfico. Además, se presenta el levantamiento y procesamiento de datos de campo, como aforos vehiculares, demoras y filas en las intersecciones de estudio, los cuales posibilitaron simular y calibrar el escenario base en programas de simulación como Vissim (2022) y Synchro (Cubic, 2024).

2. Metodología

En el marco de esta investigación, se inició con la revisión de literatura, definiendo 12 palabras clave relacionadas con el caso de estudio: intersecciones semaforizadas, modelos de simulación, transporte público, tráfico, programas de simulación, seguridad, peatones, eficiencia operacional, longitud de cola, micro simulación, tránsito y emisiones. Se organizaron en 6 grupos de búsqueda, considerando su aplicabilidad. La búsqueda bibliográfica en la base de datos se realizó en inglés, con filtros como el idioma (inglés), tipo de documento (artículos) y rango de años de publicación (2019-

2023) para obtener resultados actualizados y rigurosos. De este análisis, se derivó una lista de 145 conceptos clave, que se filtraron en 24 términos a través de un análisis de aplicabilidad y coincidencia, agrupándolos en 3 categorías relacionadas con la operación, comportamiento y elementos que incrementan la eficiencia operacional. Se realizó también la clasificación de variables dependientes e independientes.

En cuanto a la recopilación de datos de campo, se siguieron las pautas del *Manual Uniforme de Estudios de Tráfico* (Florida Department of Transportation, 2021). Los datos se recopilaron mediante videos y conteos manuales de vehículos en condiciones climáticas y de demanda normales durante un día típico, considerando periodos académicos y horas pico según la *resolución 003102* (Ministerio de Transporte, 1999). Se obtuvieron datos sobre las demoras y colas en los accesos a la intersección para la calibración del modelo.

En la simulación, se creó la red utilizando una imagen satelital de Google Earth. En synchro, se ingresó el volumen en vehículos equivalentes, considerando los volúmenes peatonales que generaban conflicto con giros a izquierda y derecha. En Vissim, se ingresó el volumen vehicular considerando composición, rutas vehiculares, áreas de conflicto y las reglas de prioridad de los actores viales. Se configuraron los semáforos en ambos sistemas. La calibración del modelo se basó en parámetros de eficiencia como longitud de cola, volúmenes vehiculares, número de carriles y velocidad de aproximación. Para Vissim se realizaron 17 corridas y se ajustó el comportamiento según el modelo de Wiedemann 74, con un tiempo de estabilización de 600 segundos.

3. Resultados y discusión.

3.1. Identificación de variables.

Las intersecciones semaforizadas son puntos de conflicto donde convergen múltiples factores que afectan la seguridad y eficiencia operacional. De la revisión de literatura se identificó elementos clave que se clasificaron en tres subsecciones: factores operacionales, comportamentales y relacionados con la eficiencia operacional y la gestión del tráfico, los cuales se presentan a continuación.

3.1.1. Factores operacionales.

La presencia y características de estaciones de autobuses, como número de paradas y frecuencia de rutas, afectan la eficiencia operacional y la seguridad peatonal al ser puntos de atracción que generan conflictos viales, aumentando filas y demoras vehiculares (Haq et al., 2022; Arafat et al., 2020). En India, el comportamiento arriesgado de los conductores de transporte público al abordar o desembarcar pasajeros tiene un

impacto negativo en la eficiencia y seguridad vial (Mukherjee et al., 2023). La existencia de giros a la izquierda es un factor operacional que causa retrasos e interrupciones en las intersecciones (Shao et al., 2019). En relación con este aspecto, se destaca que el control de las señales de giro izquierda puede tener un impacto significativo en la seguridad vial y la eficiencia operacional (Appiah et al., 2020).

En este contexto se señala que la configuración y la disposición de fases en los semáforos influyen como factores operativos. Se ha demostrado que, bajo la presencia de semáforos con luz verde intermitente, los conductores no aprovechan el tiempo entre el verde y el amarillo por temor a multas. También se presenta la posibilidad de que estos incrementen su velocidad para pasar durante este periodo, un factor dependiente del riesgo asumido por cada persona (Alfawzan & Aftab, 2022).

El uso del suelo se considera influyente, ya que las zonas atractores de viajes generan conflictos entre vehículos y peatones (Haddad et al., 2023). En Florida, se ha observado que la presencia de centros educativos, comerciales y parques aumenta el riesgo de siniestros peatonales (Yasmin, 2021). Específicamente, centros educativos de mayor tamaño, con más de 323 estudiantes, generan un volumen significativo de tráfico, afectando el comportamiento de riesgo y la dificultad de cruce en las intersecciones para peatones más jóvenes Se incluyen también factores como volúmenes peatonales y vehiculares (Mukherjee & Mitra, 2020), en particular la de vehículos como las motocicletas. La velocidad de caminata y de operación, la densidad del tráfico (Hu et al., 2022), el número de carriles (Ghomi & Hussein, 2021), y el cambio de modo de transporte (Truong & Currie, 2019), son factores operacionales que influyen en la eficiencia operacional y la seguridad vial.

3.1.2. Factores relacionados con el comportamiento.

La configuración de los tiempos peatonales en los ciclos de semáforos tiene influencia en el comportamiento de los peatones. Se identifica que la implementación de una fase permisiva para aquellos que transitan a pie, en momentos de alta actividad peatonal, tiene un impacto positivo en la disminución de infracciones por parte de estos usuarios (Wang et al., 2019). Reducir el tiempo de espera en la acera evita que los peatones infrinjan las señales de tráfico, sobre todo el semáforo en rojo, evitando que adopten conductas riesgosas (Mukherjee & Mitra, 2022).

Es importante destacar que factores sociodemográficos como la edad y el género son variables influyentes en el comportamiento del peatón. Se ha identificado que los hombres tienen una mayor propensión a irrespetar las señales de tráfico en comparación con las mujeres (Hu et al., 2022). Además, este comportamiento es mayor

entre las personas pertenecientes al grupo de edad de 18 y 24 años que entre los peatones de 25 a 55 años (Zhu et al., 2021). No solo la edad del peatón influye, sino también la del conductor. Se ha demostrado que la longitud de cola tiene un ligero aumento cuando en la composición del flujo del tráfico se tiene conductores de mayor edad. Esto se debe a que los conductores jóvenes (de 16 a 24 años) están dispuestos a asumir más riesgos que los conductores de mediana edad (Ulak et al., 2019).

3.1.3. Factores relacionados con eficiencia operacional y gestión del tráfico.

La optimización de ciclos de semáforo impacta la gestión del tráfico. La presencia de semáforos con temporizadores se vincula a la disminución de emisiones en intersecciones saturadas, ya que los conductores pueden apagar el vehículo durante la espera en la fila (Nasri et al., 2022). La gestión unidireccional del tráfico mejora la eficiencia operacional (Fan et al., 2023), reduciendo la distancia recorrida por peatones (Li et al., 2022) y limitando el estacionamiento en la calle (Ghomi & Hussein, 2022), lo que influye significativamente en la reducción de colas y evita la formación de cuellos de botella, así como en la planificación de paradas de autobuses. La tabla siguiente resume las variables halladas en los artículos

Tabla 1: Variables dependientes e independientes

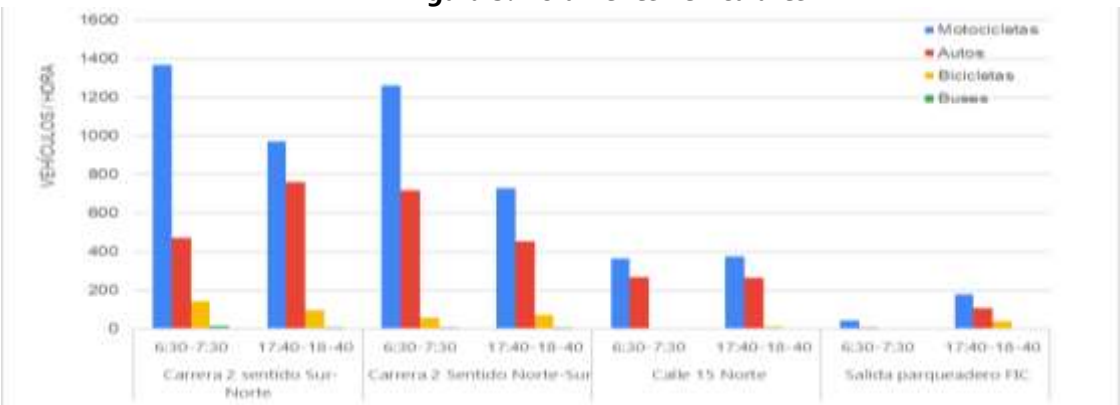
Variables Independientes		Variables Dependientes
Edad	Cruzar la calle de manera riesgosa	Demoras de usuarios
Volumen de usuarios	Distancia recorrida por el peatón	Número de conflictos
Género	Estacionamiento en la calle	Longitud de cola
Presencia de escuelas	Presencia de islas refugio	Emisiones
Número de carriles	Velocidad de diseño	Consumo de combustible
Tiempo de semáforos	Número de paradas de autobús	Tiempo de viaje de usuarios
Tráfico en un solo sentido	Ausencia de señalización peatonal	
Aceras seguras	Distancia de visibilidad	
Espacios compartidos		

Es esencial clasificar los elementos identificados como variables dependientes e independientes para su análisis en herramientas de simulación como el software Vissim. Las variables relacionadas con el comportamiento del usuario y del entorno pueden ajustarse al variar su agresividad en los modelos de simulación. Las características geométricas de la intersección son susceptibles de modificación en estos modelos y son cuantificables en el campo mediante estudios de tráfico. Parámetros de eficiencia, como volumen, velocidad y demoras, se consideran fundamentales. Por otro lado, las variables dependientes surgen de la aplicación del modelo de simulación y del estudio de tráfico, facilitando la comparación para evaluar eficiencia y seguridad vial.

3.2. Levantamiento y procesamiento de datos de campo.

De los resultados de los aforos vehiculares realizados durante las horas de la mañana y de la tarde (los cuales han sido identificados como los periodos de mayor demanda en la zona de estudio) se llevó a cabo la identificación de la hora pico. En la figura 3 se muestran los resultados de los conteos en los cinco ingresos a la intersección.

Figura 3: Volúmenes vehiculares



En la figura 3 se observa un aumento en el porcentaje de vehículos durante la mañana, especialmente en ambos sentidos de la Carrera 2, donde más del 50% son motociclistas. Sin embargo, entre las 17:40-18:40 horas, el porcentaje de motocicletas disminuye, dando lugar a un aumento en el porcentaje de autos, generando mayores demoras, como se muestra. Adicional, la actividad peatonal alcanza su punto máximo en este periodo, con un flujo cercano a 1500 peatones por hora. Considerando factores como la visibilidad y la configuración de los ciclos de semáforo, se identifica que la hora de mayor conflicto entre vehículos y peatones corresponde a la tarde, por lo tanto, se clasifica la tarde como la hora punta.

Es relevante mencionar que los movimientos peatonales más densos enfrentan limitaciones en el tiempo asignado para cruzar de manera segura (9 segundos), llevando al 15% de los peatones a esperar en la mediana o acelerar su paso, infringiendo señales de tráfico y comprometiendo su seguridad. Además, el tiempo prolongado de espera en la acera (175 segundos) contribuye a prácticas arriesgadas al cruzar la calle. Con respecto a la composición vehicular se ha observado que el 30% de los motociclistas no respeta las señales de tráfico, el 8% realiza giros en U, además de estacionar en lugares no permitidos, como aceras e islas refugio, afectando la seguridad vial en la zona. La recopilación de datos sobre colas y demoras revela conflictos de saturación, especialmente en los flujos vehiculares de la Carrera 2. Desde el sentido Sur-Norte, el máximo de espera equivale a dos cambios de ciclo, y se registran colas de 500 metros. En sentido Norte-Sur, se evidencian colas de 225 metros, indicando la saturación de la intersección.

3.3. Simulación y calibración del modelo.

En Vissim, se ajustaron parámetros específicos para el seguimiento vehicular, siguiendo el modelo de Wiedeman (Hollander & Liu, 2008b), con un enfoque especial en los motociclistas, quienes tienden a adelantar y mantener distancias reducidas. Se asignaron rutas específicas para buses y bicicletas, considerando sus movimientos exclusivos. Ajustes en los movimientos de los peatones, como el uso de brechas y áreas de conflicto, se realizaron para adaptarse a su comportamiento y limitaciones de tiempo de cruce, indicando que los vehículos tienen prioridad y los peatones no esperarán el verde peatonal. Para simular la presencia de vehículos estacionados en la Carrera 2, se implementaron reductores de velocidad en la red.

Inicialmente, se realizaron 15 ejecuciones del modelo, comparando el volumen de entrada simulado con el medido en campo mediante el parámetro GEH. El número de corridas para obtener un margen de error menor al 5% (Arafat et al., 2020) fue de 17 ejecuciones, validando el sistema mediante ajustes en los parámetros de Wiedemann, como se indica en la tabla 2.

Tabla 2: Parámetros de modificación Wiedamann.

Clase de vehículo	ax	bxAdd	bxMult
Auto	0.8	1	1.7
Bus	1	1	1.7
Bicicleta	0.5	0.5	0.5
Motocicleta	0.5	0.5	0.5

En la calibración del modelo en Synchro, se realizaron ajustes en el diseño de la red vial y se incorporaron los movimientos en cada acceso, considerando patrones de giro y distribución espacial del tráfico. Para optimizar el ciclo del semáforo, se ajustaron los tiempos y fases de cada acceso a la intersección. Es relevante mencionar que, durante la calibración, se convirtieron los volúmenes vehiculares a vehículos equivalentes correspondientes a los 15 minutos críticos dentro de la hora pico.

La validación del modelo en los programas de simulación se llevó a cabo mediante el uso de la longitud de cola. En este proceso, se comparó la longitud de cola de los accesos con los datos recopilados en campo, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 3: Resultados simulación.

Ingreso vehicular.	Longitud de Cola (metros)				
	Campo	Simulación Synchro	Error %	Simulación vissim	Error %

Ingreso Carrera 2 sentido Norte-Sur.	200	250	25	220.8	10.4
Salida parqueadero FIC.	20.7	28	35	17.1	17.4
Ingreso Carrera 2 sentido Sur-Norte.	400	420	5	445.3	11.3
Ingreso Calle 15 Norte.	133	115	13.5	140.5	5.6

3.4. Escenario de optimización

Considerando el conflicto sobre demoras y colas en la Carrera 2 sentido Sur-Norte, como escenario de optimización se ajustó la geometría de la red incrementando un carril en este acceso. Además, se ajustó el modelo con la optimización del ciclo de semáforo obtenida en Synchro, este ajuste permitió identificar una gestión de tráfico.

Tabla 4: Resultados simulación implementación de carril.

Tiempo de Ciclo (segundos)	152	137	122
Ingreso Vehicular	Cola (metros)	Cola (metros)	Cola (metros)
Ingreso Carrera 2 sentido Norte-Sur.	100	144	80
Salida parqueadero FIC.	35	30	28
Ingreso Carrera 2 sentido Sur-Norte.	230	127	130
Ingreso Calle 15 Norte.	30	28	33

4. Conclusiones

Se realizó una revisión de literatura, identificando variables cruciales para la eficiencia operacional y la seguridad vial, y evaluando su aplicabilidad al caso de estudio, tales como el volumen de motociclistas, estacionamientos en la calle, comportamiento arriesgado de peatones y prolongados tiempos de espera para la fase peatonal, especialmente en zonas cercanas a centros educativos.

Durante la simulación, se destacó que al exigir a los peatones respetar las señales de tráfico, se generaba una situación irreal con más de 30 personas esperando en las aceras, lo que no concordaba con la realidad. Esto llevó a prescindir de los semáforos peatonales y configurar el cruce de peatones bajo las áreas de conflicto. Esto confirma que la configuración de los semáforos tiene mayor impacto en la gestión de tráfico.
En el escenario de optimización planteado se observa una reducción de las colas. Este ajuste facilita la optimización del ciclo del semáforo al proporcionar más tiempo en verde tanto para el ingreso a la Carrera 2 en sentido Norte-Sur como para el cruce peatonal. Además, al modificar las fases, se evidencian mejoras en la gestión del tráfico. Permitir el acceso a la Carrera 2 en sentido Sur-Norte, seguido del sentido Norte-Sur, aumenta el tiempo peatonal en el cruce del Colegio Técnico Industrial y el Centro Deportivo Universitario, identificado como un punto crítico para peatones. Este ajuste

permite optimizar el ciclo del semáforo a 122 segundos, destacando que la mejora principal implica la adición de un carril en la Carrera 2 en sentido Sur-Norte

5. Referencias Bibliográficas

Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2023). Estadísticas. *Cifras en curso*. https://ansv.gov.co/observatorio/estad%C3%ADsticas

Alfawzan, M. S., & Aftab, A. (2022). Efficiency Assessment of New Signal Timing in Saudi Arabia Implementing Flashing Green Interval Complimented with Law Enforcement Cameras. *Sustainability*, *14*(22), 14879. https://doi.org/10.3390/su142214879

Appiah, J., King, F. A., Fontaine, M. D., & Cottrell, B. H. (2020). Left turn crash risk analysis: Development of a microsimulation modeling approach. *Accident Analysis & Prevention*, *144*, 105591. https://doi.org/10.1016/j.aap.2020.105591

Arafat, M., Nafis, S. R., Sadeghvaziri, E., & Tousif, F. (2020). A data-driven approach to calibrate microsimulation models based on the degree of saturation at signalized intersections. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, *8*, 100231. https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100231

Cubic. (01/24). Synchro. *Trafficware*. https://www.cubic.com/

Fan, J., Li, A., Ilahi, A., & Gao, K. (2023). Emission impacts of left-turn lane on light-heavy-duty mixed traffic in signalized intersections: Optimization and empirical analysis. *Heliyon*, *9*(5), e16260. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16260

Florida Department of Transportation. (2021). *Manual on Uniform Traffic Studies*. MUTS.

Ghomi, H., & Hussein, M. (2021). An integrated clustering and copula-based model to assess the impact of intersection characteristics on violation-related collisions. *Accident Analysis & Prevention*, *159*, 106283. https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106283

Ghomi, H., & Hussein, M. (2022). An integrated text mining, literature review, and meta-analysis approach to investigate pedestrian violation behaviours. *Accident Analysis & Prevention*, *173*, 106712. https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106712

GROUP Copyright, P. (2022). *PTV Vissim 2022 User Manual*. www.ptvgroup.com

Haddad, A. J., Mondal, A., Bhat, C. R., Zhang, A., Liao, M. C., Macias, L. J., Lee, M. K., & Watkins, S. C. (2023). Pedestrian crash frequency: Unpacking the effects of contributing factors and racial disparities. *Accident Analysis & Prevention*, *182*, 106954. https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.106954

Haq, M. T., Molan, A. M., & Ksaibati, K. (2022). Evaluating Pedestrian Service of the New Super Diverging Diamond Interchange on Three Case Study Sites in Denver, Colorado. *Sustainability*, *14*(24), 16929. https://doi.org/10.3390/su142416929

Hollander, Y., & Liu, R. (2008a). The principles of calibrating traffic microsimulation models. *Transportation*, *35*(3), 347-362. https://doi.org/10.1007/s11116-007-9156-2

Hollander, Y., & Liu, R. (2008b). The principles of calibrating traffic microsimulation models. *Transportation*, *35*(3), 347-362. https://doi.org/10.1007/s11116-007-9156-2

Hu, L., Ou, J., Huang, J., Wang, F., Wang, Y., Ren, B., Peng, H., & Zhou, L. (2022). Safety evaluation of pedestrian-vehicle interaction at signalized intersections in Changsha, China. *Journal of Transportation Safety & Security*, *14*(10), 1750-1775. https://doi.org/10.1080/19439962.2021.1960662

Ihssian, A., & Ismail, K. (2023). Modelling pedestrian safety at urban intersections using user perception. *Accident Analysis and Prevention*, *180*. https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106912

Li, W., Zhang, H., Huang, Z., & Li, C. (2022). Human-Vehicle Intersection Traffic Lights Timing Optimization Research. *Journal of Advanced Transportation*, *2022*, 1-9. https://doi.org/10.1155/2022/5549454

Ministerio de Transporte, C. (1999). *Manual y formatos para determinar las necesidades de movilización en el transporte terrestre automotor de pasajeros por carretera*.

Mukherjee, D., & Mitra, S. (2020). Modelling risk factors for fatal pedestrian crashes in Kolkata, India.

International Journal of Injury Control and Safety Promotion, *27*(2), 197-214. https://doi.org/10.1080/17457300.2020.1725894
Mukherjee, D., & Mitra, S. (2022). What affects pedestrian crossing difficulty at urban intersections in a developing country? *IATSS Research*, *46*(4), 586-601. https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2022.10.002
Mukherjee, D., Rao, K. R., & Tiwari, G. (2023). Built-environment risk assessment for pedestrians near bus-stops: A case study in Delhi. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, *30*(2), 185-194. https://doi.org/10.1080/17457300.2022.2109175
Nasri, M., Aghabayk, K., Esmaili, A., & Shiwakoti, N. (2022). Using ordered and unordered logistic regressions to investigate risk factors associated with pedestrian crash injury severity in Victoria, Australia. *Journal of Safety Research*, *81*, 78-90. https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.01.008
Organización Mundial de la Salud. (2022, mayo 20). *Traumatismos Causados por el Tránsito*. Datos y Cifras.
Paz L, L. (2018). *Guía de Diseño Geométrico de Vías Urbanas para Ciudades Intermedias con Sistemas Estrátegicos de Transporte Público.*
Plan de Movilidad para el municipio de Popayán. (2015).
Quistberg, D. A., Howard, E. J., Ebel, B. E., Moudon, A. V., Saelens, B. E., Hurvitz, P. M., Curtin, J. E., & Rivara, F. P. (2015). Multilevel models for evaluating the risk of pedestrian-motor vehicle collisions at intersections and mid-blocks. *Accident Analysis and Prevention*, *84*, 99-111. https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.08.013
Shao, Y., Han, X., Wu, H., & Claudel, C. G. (2019). Evaluating Signalization and Channelization Selections at Intersections Based on an Entropy Method. *Entropy*, *21*(8), 808. https://doi.org/10.3390/e21080808
Truong, L. T., & Currie, G. (2019). Macroscopic road safety impacts of public transport: A case study of Melbourne, Australia. *Accident Analysis & Prevention*, *132*, 105270. https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105270
Ulak, M. B., Ozguven, E. E., Moses, R., Sando, T., Boot, W., AbdelRazig, Y., & Sobanjo, J. O. (2019). Assessment of traffic performance measures and safety based on driver age and experience: A microsimulation based analysis for an unsignalized T-intersection. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, *6*(5), 455-469. https://doi.org/10.1016/j.jtte.2018.05.004
van Eck, N. J., & Waltman, L. (2023). *VOSviewer Manual*.
Wang, T., Zhao, J., & Li, C. (2019). Pedestrian Delay Model for Continuous Flow Intersections under Three Design Patterns. *Mathematical Problems in Engineering*, *2019*, 1-12. https://doi.org/10.1155/2019/1016261
Yasmin, S. (2021). Enhancing non-motorist safety by simulating trip exposure using a transportation planning approach. *Accident Analysis and Prevention*.
Zhu, D., Sze, N. N., & Feng, Z. (2021). The trade-off between safety and time in the red light running behaviors of pedestrians: A random regret minimization approach. *Accident Analysis & Prevention*, *158*, 106214. https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106214
Hollander, Y., & Liu, R. (2008). The principles of calibrating traffic microsimulation models. *Transportation*, *35*(3), 347-362. https://doi.org/10.1007/s11116-007-9156-2

ANÁLISIS DEL IMPACTO DE LA ELIMINACIÓN DE GIROS A LA IZQUIERDA EN INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS DE SANTO DOMINGO, REPÚBLICA DOMINICANA

Maximiliano Roca
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, AC&A. Buenos Aires, Argentina.
mroca@acyaglobal.com

Laura Gómez Melo,
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, Buenos Aires, Argentina. lgomez@acyaglobal.com

Iñaki Zubeldía,
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, AC&A. Buenos Aires, Argentina.
izubeldia@acyaglobal.com

RESUMEN

Los giros a la izquierda conflictivos representan uno de los principales problemas en materia de seguridad vial en varias de las intersecciones controladas semafóricamente en Santo Domingo, República Dominicana. Para eliminar estos conflictos, la opción más segura sería implementar fases protegidas para los giros a la izquierda. Sin embargo, esto consume tiempo de los movimientos pasantes e introduce tiempos perdidos adicionales para los demás accesos. En lugar de esto, se pueden restringir los giros a la izquierda, simplificando los planes semafóricos y permitiendo que las intersecciones alcancen capacidades de flujo más altas, y mejores niveles de servicio. Para esto, los vehículos que normalmente habrían girado a la izquierda deberán desviarse, lo que podría inducir a tiempos de viaje más largos.

En este sentido y para entender el impacto real de la eliminación de los giros a la izquierda en las intersecciones semaforizadas de Santo Domingo, se ha propuesto el análisis de la implementación de estas restricciones en una pequeña red del Distrito Nacional de Santo Domingo, mediante el desarrollo de modelos de microsimulación de tránsito. De esta manera se cuantificará y evaluará el desempeño de las redes cuando se implementan diversos tratamientos de giros a la izquierda, incluidas las restricciones de giros a la izquierda, comparándolo frente a un escenario base sin intervenciones.

1. Introducción

Este trabajo aborda la problemática de giros a la izquierda conflictivos en intersecciones semaforizadas en Santo Domingo, República Dominicana. El propósito de este estudio consiste en determinar y evaluar, a través de modelos de simulación de tránsito, el impacto real de la restricción de los giros a la izquierda en una pequeña red del Distrito Nacional de Santo Domingo, comparándolo con un escenario base sin intervenciones. Para esto se analizará el resultado de medidas de desempeño relativas a tiempos de viaje, longitudes de cola, tiempos de demoras, consumo de combustible, nivel de servicio de intersecciones y emisiones de carbono. Este enfoque proporcionará una comprensión más precisa de los efectos de estas restricciones en el contexto local dominicano.

2. Revisión de literatura

Las maniobras de giro a la izquierda en intersecciones semaforizadas suponen un importante desafío en materia de seguridad vial. Dicha situación se debe a que normalmente estas maniobras implican trayectorias complicadas, lo que requiere la capacidad de juzgar las brechas en el tráfico contrario y la velocidad del tráfico en sentido opuesto con precisión y rapidez.

Los giros a la izquierda en este tipo de intersecciones pueden ser protegidos, permisivos (con ceda el paso), una combinación protegido-permisivo o funcionar como fases divididas. La mayoría de las investigaciones y experiencias previas han demostrado que los giros exclusivamente protegidos y las fases divididas, en las que los vehículos que giran a la izquierda tienen el derecho de paso, son más seguras al reducir conflictos entre vehículos en sentido opuesto. Sin embargo, tienen un impacto negativo en la operación de las intersecciones, ya que pueden derivar en tiempos de ciclo semafórico más prolongados y aumentar las demoras para los demás movimientos (Gonzalez & Abdel-Rahim, 2018).

La alternativa de eliminar las fases protegidas y permitir únicamente giros a la derecha busca simplificar el ciclo semafórico, reduciendo tiempos de espera y mejorando la capacidad de la intersección. Esta estrategia favorece la eficiencia del flujo de tráfico al disminuir la complejidad operativa. Sin embargo, implica que los conductores se vean obligados a realizar desvíos, lo que podría aumentar los tiempos de viaje efectivos (Smith. & Wang, 2019).

Varios estudios recientes han evaluado los impactos de dichas restricciones de giro a la izquierda. Los estudios generalmente coinciden en que eliminar los giros a la izquierda puede mejorar la operación general de la red (específicamente, la velocidad a la que se pueden completar los viajes en la red), particularmente cuando la red está operando cerca de su capacidad.

Por otro lado, a pesar de generar una operación más fluida y eficiente en términos de tráfico, esta opción puede encontrarse con resistencia por parte de conductores acostumbrados a giros a la izquierda. Además, la reducción de conflictos en la intersección al limitar los movimientos solo a giros a la derecha puede llevar a una necesidad potencial de realizar maniobras más complejas, como vueltas en U o desvíos prolongados.

3. Metodología

La metodología adoptada para este estudio se centra en la construcción de un modelo de microsimulación de tránsito utilizando el software TransModeler 7.0, desarrollado por la firma Caliper Corporation. El modelo se estructura en torno a tres componentes fundamentales: la red vial, la demanda y los dispositivos de control.

La representación de la red vial (network) comprende la configuración detallada de la infraestructura vial, considerando factores como el número y ancho de los carriles, la dirección de circulación y el tipo de vía, entre otros aspectos relevantes.

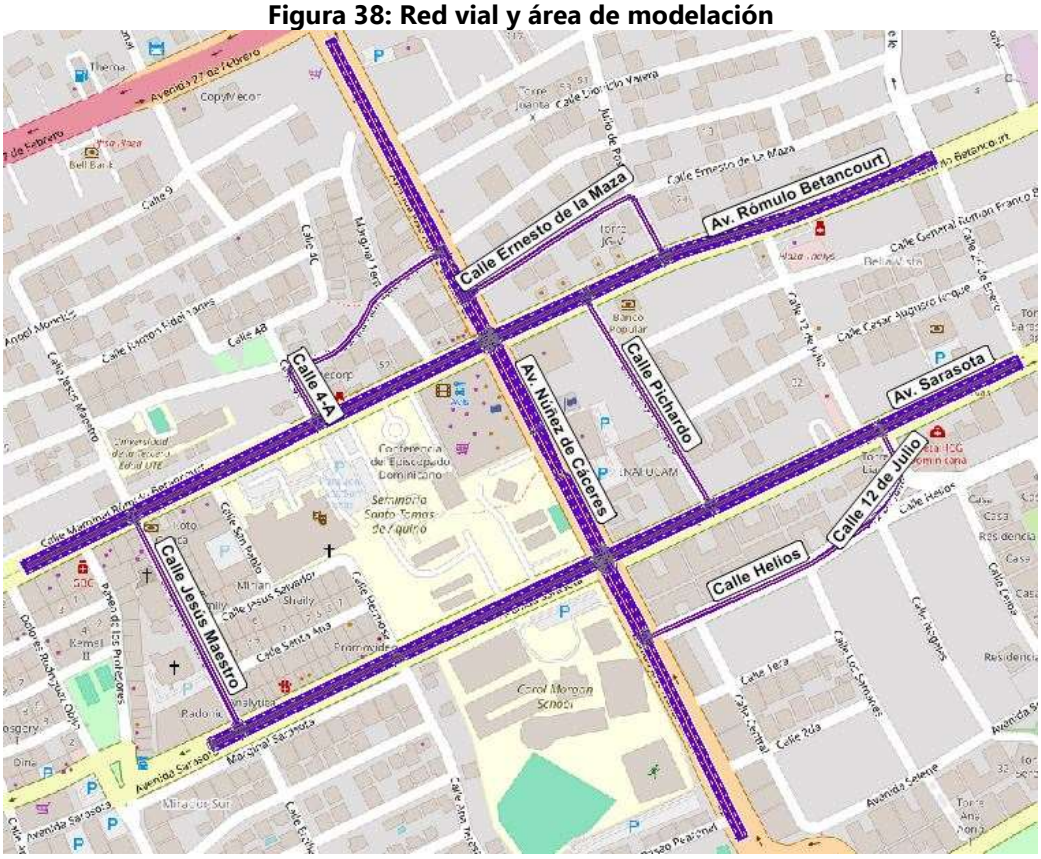
Sobre esta red vial, se asigna la demanda de tránsito y se modela el comportamiento de los conductores, incorporando elementos que influyen en la toma de decisiones, como velocidades y desvíos inducidos por restricciones específicas. Los dispositivos de control existentes, como semáforos, señales verticales y demarcaciones, son integrados al modelo para regular y simular las condiciones de circulación de manera realista.

El proceso de selección del área de modelación se rigió por criterios específicos con el objetivo de asegurar la representatividad del modelo. La premisa esencial consistió en identificar dos intersecciones situadas en avenidas de considerable importancia dentro del Distrito Nacional de Santo Domingo, donde la existencia de giros a la izquierda generara conflictos de tránsito. Estas intersecciones fueron seleccionadas con la finalidad de examinar el impacto de la eliminación de giros a la izquierda en el contexto de un corredor vial crítico.

Paralelamente, se contempló la viabilidad de efectuar bucles en calles circundantes a dichas intersecciones para facilitar la redistribución del tráfico que normalmente ejecutaría giros a la izquierda. Este enfoque posibilitó modelar de manera efectiva los

cambios en los patrones de movilidad inducidos por la restricción de giros a la izquierda.
En este contexto, la avenida principal seleccionada fue la Av. Núñez de Cáceres, y las intersecciones bajo análisis corresponden a la confluencia con las avenidas Sarasota y Rómulo Betancourt.

Figura 38: Red vial y área de modelación



4.1. Escenarios de modelación

Se definieron los siguientes escenarios de modelación:

- Escenario 1 (base): El primer escenario, denominado base, refleja la configuración actual de la Av. Núñez de Cáceres y su intersección con la Av. Sarasota y Av. Rómulo Betancourt, incluyendo los giros a la izquierda existente. Con respecto a los dispositivos de control, se incluyeron los planes semafóricos actuales.

- Escenario 2: El segundo escenario contempla la eliminación de los giros a la izquierda en ambas intersecciones, introduciendo recorridos alternativos para realizar bucles y retornos que reemplacen dichos giros. En cuanto a los semáforos, la reducción de movimientos permitidos condujo a pasar de cuatro a dos fases, que para este escenario mantendrán un ciclo de 120 s.

- Escenario 3: Al igual que el escenario 2, este escenario contempla la eliminación de giros a la izquierda, pero en este caso se reduce la duración del ciclo semafórico a 90 segundos, con una estructura de dos fases.
-

4.2. Datos de entrada

La información de demanda se obtuvo a partir de los datos de volúmenes vehiculares disponibles en el sitio web[24] del INTRANT (Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre) para el año 2020. Estos datos se actualizaron al año 2022 considerando el crecimiento del parque vehicular entre 2019 y 2022 para cada categoría vehicular aforada. A continuación, se presenta una tabla con la codificación empleada y los volúmenes vehiculares (de la hora de máxima demanda) para cada movimiento de cada intersección semaforizada en el escenario base:

Tabla 1: Volúmenes vehiculares HMD año 2022 (escenario base)

Acceso	Movimiento	Av. Núñez de Cáceres y Av. Sarasota	Av. Núñez de Cáceres y Av. Rómulo Betancourt
Norte	N-S	950	635
	N-O	73	21
	N-E	256	254
	N-N	19	0
Sur	S-N	734	704
	S-E	85	33
	S-O	94	81
	S-S	4	15
Este	E-O	116	239
	E-N	50	39
	E-S	359	159
	E-E	1	12
Oeste	O-E	517	734
	O-S	175	91
	O-N	24	139
	O-O	13	0

En lo que respecta al escenario de eliminación de giros a la izquierda, se realizó una modificación en los movimientos permitidos en las intersecciones para adecuarlos a dicho escenario. Para contemplar los volúmenes y los movimientos del escenario

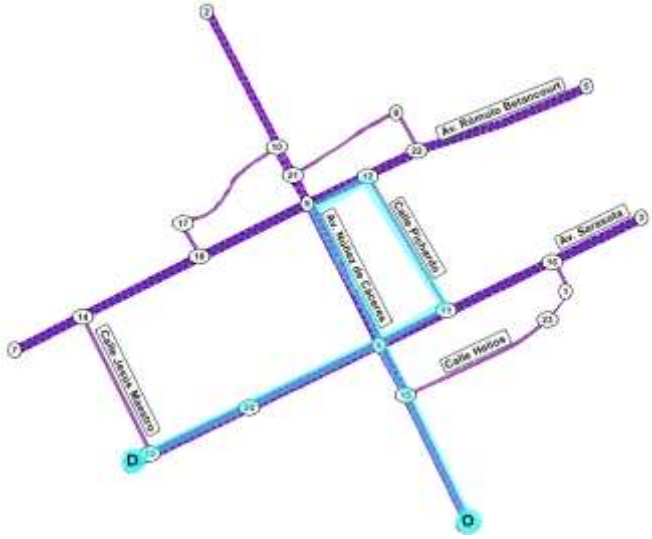
[24] https://www.intrant.gob.do/movilidad/index.php/estudios/volumenes-de-trafico

previo, y adecuar los mismos a este nuevo escenario, se procedió a crear una matriz Origen - Destino conforme con los nodos de la red vial y a diseñar rutas predefinidas para cada uno de los movimientos. A continuación, se presenta la matriz confeccionada, junto con un ejemplo de una ruta predefinida:

Tabla 2: Matriz Origen-Destino

ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	254	635	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	1	116	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	359
4	0	0	517	13	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	175
5	0	39	0	0	12	159	239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	704	0	0	33	15	81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	139	0	0	734	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	256	73	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	950
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	85	94	0	0	0	0	734	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

Figura 39: Identificación de los nodos de la matriz y ejemplo de una ruta predefinida.



Por otra parte, se incluyeron los planes semafóricos de ambas intersecciones a modelar. La información de estos planes proviene de los datos disponibles en la página web del INTRANT, correspondientes al inventario de intersecciones semaforizadas del Centro de Control de Tráfico[25].

A partir de la información descrita anteriormente se desarrolló el modelo de microsimulación para el escenario base, el cual simula las condiciones de operación actuales de esta red durante la hora pico de la mañana (7:00 – 8:00) de un día hábil. Partiendo de dicho modelo para la situación base, el cual fue debidamente calibrado, se procedió a la simulación de los otros dos escenarios. Los resultados y su discusión se analizan en la siguiente sección.

Figura 40: Microsimulación del área de estudio en el software Transmodeler

5. Resultados y discusión

A continuación se presentan los principales resultados en términos de longitudes de cola, tiempos de recorrido, demoras y otros parámetros que dan un indicio del comportamiento de los vehículos para el escenario base y los otros dos escenarios que contemplan la eliminación de los giros a la izquierda.

Tabla 3: Volúmenes por intersección

Escenario	Av. Núñez de Cáceres y Av. Rómulo Betancourt	Av. Núñez de Cáceres y Av. Sarasota
E1: Base	2.485	2.752
E2: Eliminación giros - 120 s	2.513	3.369

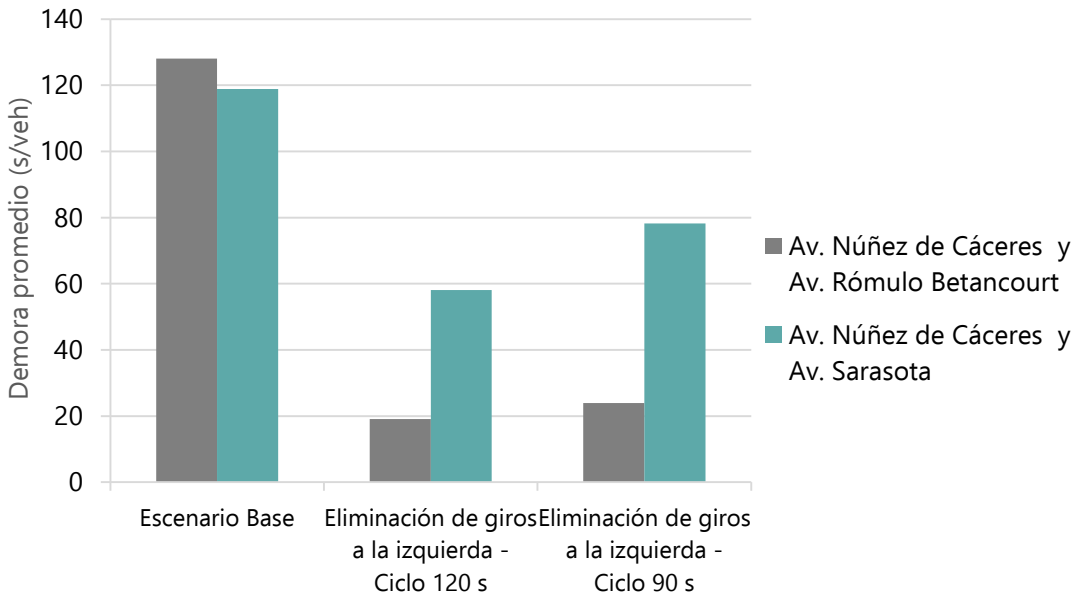
[25] https://www.intrant.gob.do/movilidad/index.php/centros-de-control/centro-de-control-de-trafico

E3: Eliminación giros - 90 s	2.502	3.273

La cantidad de vehículos por intersección es una medida clave que permite analizar la relación entre la capacidad y la ocupación de la vía. Como se puede observar en la Tabla 3, la eliminación de giros a la izquierda representa un aumento en el volumen de vehículos que salen de ambas intersecciones. Esto impacta directamente en la fluidez del tránsito, reduciendo los conflictos y optimizando la capacidad de la red.

Asimismo, se han evaluado las demoras promedio por intersección (ver Figura 4), encontrando que la eliminación de los giros a la izquierda conllevaría a una importante reducción de los tiempos de demoras y en consecuencia de los niveles de congestión. Esta situación es más óptima para el escenario 2, es decir cuándo se mantiene un ciclo semafórico de 120 segundos, que en el caso del escenario 3 con ciclos de 90 s.

Figura 4: Demoras promedio por intersección.



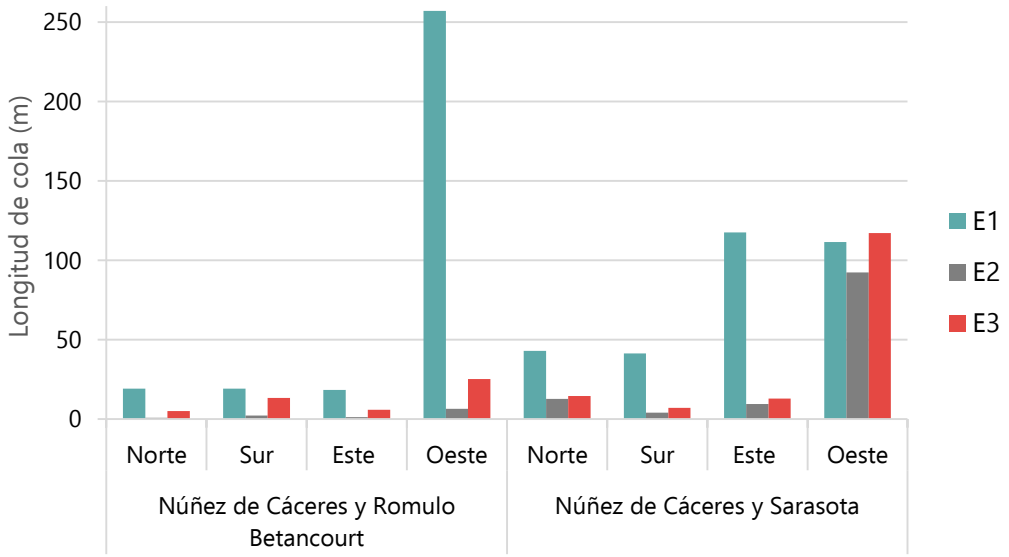
Asociado a las demoras promedio por intersección, se ha determinado el nivel de servicio para cada escenario analizado. Como se puede observar en la Tabla 4, para los dos escenarios de restricción de giros a la izquierda (E2 y E3) se puede observar una importante mejora en el nivel de servicio de ambas intersecciones, que en la actualidad operan con un nivel de servicio F, lo que significa que hay un avance lento del tráfico y altas relaciones V/C. Dicha mejora es mucho más significativa para la intersección de la Av. Núñez de Cáceres con la Av. Rómulo Betancourt, donde la eliminación de estos giros permitiría buenas condiciones de tráfico, con bajos tiempos de espera.

Tabla 4: Niveles de servicio.

Intersección	Escenario	Nivel de servicio
Av. Núñez de Cáceres y Av. Rómulo Betancourt	Escenario 1: Base	F
	Escenario 2: Eliminación 120 s	B
	Escenario 3: Eliminación 90 s	C
Av. Núñez de Cáceres y Av. Sarasota	Escenario 1: Base	F
	Escenario 2: Eliminación 120 s	D
	Escenario 3: Eliminación 90 s	E

La longitud de cola es la distancia en metros de la congestión de vehículos antes de una línea de parada. Esta medida se evaluó por acceso para cada una de las intersecciones de análisis, obteniendo los valores que se presentan en la Figura 4. De acuerdo con esta gráfica se puede observar como para la mayoría de los accesos de estas intersecciones, la eliminación de los giros a la izquierda (E2 y E3) repercute positivamente, reduciendo notablemente la longitud de la cola promedio.

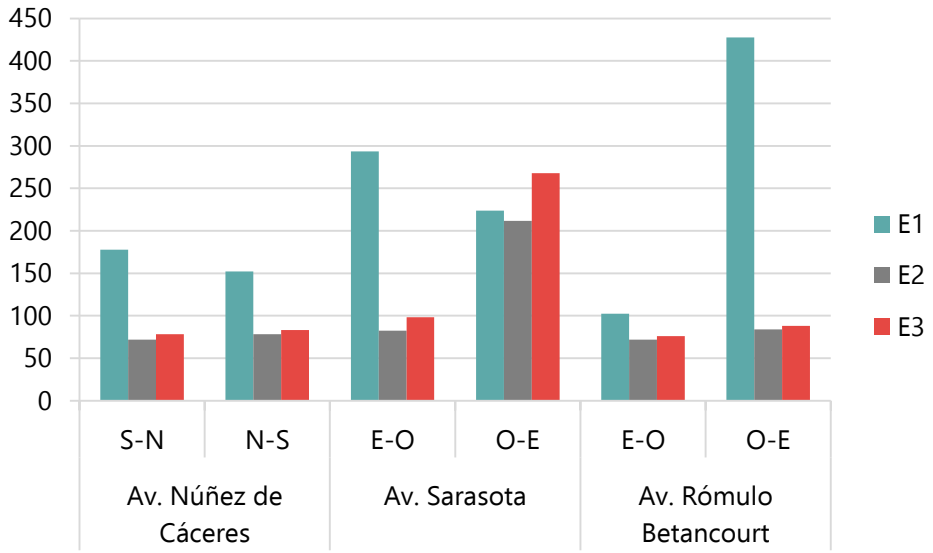
Figura 4: Longitudes de cola promedio por acceso



Por otro lado y teniendo en cuenta que el tiempo de recorrido es uno de los parámetros más importante para evaluar el desempeño de una red de tráfico, en la Figura 5 se puede observar el resultado comparativo de la estimación de los tiempos de recorrido sobre las tres avenidas de la red, para cada sentido de circulación. De acuerdo con esta gráfica, la eliminación de giros a la izquierda en las intersecciones

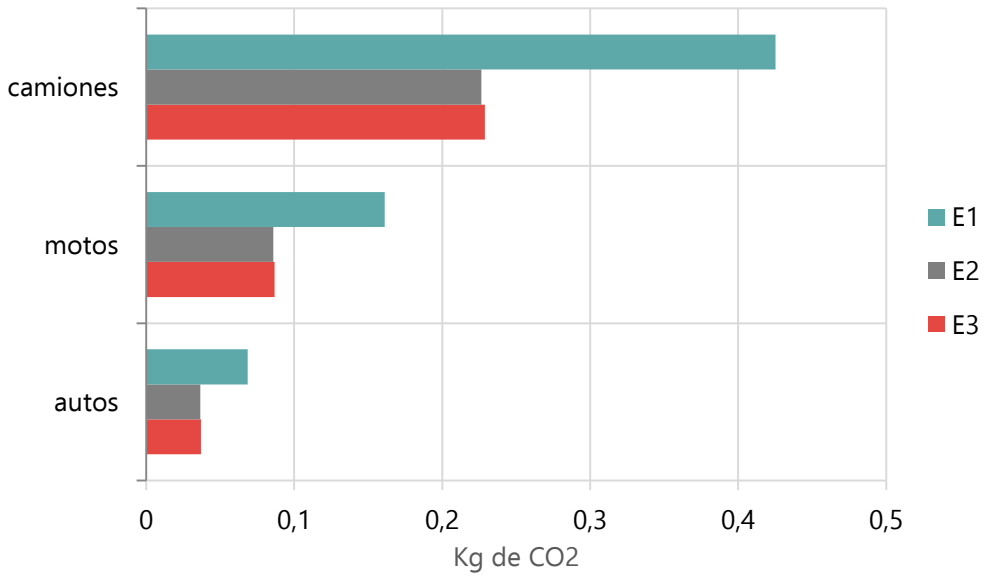
semaforizadas del área de estudio genera en la mayoría de los tramos analizados una reducción de los tiempos de recorrido, lo que se traduce en mayores velocidades.

Figura 5: Tiempos de recorrido por segmento.



A partir de los resultados de consumo de combustible por vehículo que arrojó el modelo para los tres escenarios simulados, fueron estimadas las emisiones promedio de CO2 por vehículo para las siguientes tipologías vehiculares: autos, motos y camiones. Como se puede observar en la Figura 6, las emisiones de dióxido de carbono por vehículo se reducen en más de un 45% con la eliminación de los giros a la izquierda tanto en el caso de los vehículos pesados, como en el caso de los automóviles y motocicletas.

Figura 6: Emisiones promedio por vehículo (kg CO2)



6. Conclusiones

La eliminación de giros a la izquierda en las intersecciones del área de estudio ha demostrado ser una estrategia efectiva para aumentar la seguridad vial, optimizar la fluidez del tránsito y mejorar la eficiencia de la red de análisis. Los resultados demuestran que estas restricciones conllevan a una disminución significativa de los tiempos de demora promedio, lo cual se traduce en una mejora sustancial de la capacidad y por ende, del nivel de servicio.

Asimismo, se evidencia que la eliminación de este tipo de giros resulta beneficiosa al reducirse notablemente los tiempos de recorrido en la mayoría de los tramos principales de la red. Esto representa un aumento de la velocidad promedio, mejorando así la movilidad y eficiencia de toda la red.

Otro impacto positivo se evidencia mediante la reducción de las emisiones promedio por vehículo de dióxido de carbono (CO2), derivadas de una disminución en el consumo de combustible que se explica por la reducción de las maniobras de frenado y aceleración (menores detenciones y conflictos en cruces semaforizados).

En general, estos cambios son más significativos cuando se mantienen ciclos semafóricos de 120 segundos. No obstante, se recomienda evaluar este tipo de medidas en modelos de simulación que faciliten la optimización de los planes semafóricos de los corredores de forma coordinada, garantizando una sincronización adecuada y tiempos de ciclo equilibrados.

7. Referencias Bibliográficas

Bayrak, M., & Gayah, V. V. (2021). Identification of Optimal Left-Turn Restriction Locations using Heuristic Methods. *Transportatio Research Board 2675*, 452-467.

Gonzalez, A., & Abdel-Rahim, A. (2018). *Improving the Safety of Left-Turn Operations at Signalized Intersections for High-Risk.* Moscú: National Institute for Advanced Transportation Technology (NIATT), University of Idaho .

Newell, G. F. (1959). The Effect of Left Turns on the Capacity of a Traffic Intersection. *Quarterly of Applied Mathematics, vol 17*, 67-76.

Smith., J., & Wang, Y. (2019). Effects of Left-Turn Restrictions on Intersection Safety and Performance." Transportation Research Record. *Transportation Research Board*, 2673(8), 554-563.

Transportation Research Board. (2000). *Highway Capacity Manual.* Washington, D.C.: National Research Council.

Zein, S. (2018). Left-Turn Traffic Safety Analysis: A Comprehensive Review. *Accident Analysis & Prevention, 117*, 77-89.

ESTRUCTURA ADMINISTRATIVA DE LA SEGURIDAD VIAL EN LOS DECENIOS DE ACCIÓN: MEDITANDO EL CASO DE COSTA RICA

Carlos Contreras-Montoya
Asociación Latinoamericana de Transporte Público y Urbano. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. Rede de Estudos de Engenharia e Socioeconômicos em Transportes – RESET/UFRJ, Costa Rica. carlos_contreras9@yahoo.com.br

RESUMEN

El Ministerio de Obras Públicas y Transportes - MOPT - de Costa Rica, es una de las entidades del Poder Ejecutivo con mayor grado de desconcentración administrativa. El MOPT y sus órganos desconcentrados en Consejos, como el de Seguridad Vial - Cosevi, entre otros, definen las políticas y acciones del sector. Además, el país es firmante de ambos Decenios de Acción para la Seguridad Vial, situación que se analiza en este texto.

Como objetivo en el trabajo se estudian los cambios operados en la definición institucional de la administración de la seguridad vial desde la creación del Cosevi en 1979, contemplando tanto la Ley 8696 que reformó la Ley de Tránsito 7331 en el 2008, como el texto de la nueva Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial 9078, del 2012. Además, se muestra el panorama estadístico actual de la seguridad vial en el país.

Se analiza como esos cambios mencionados y la práctica legal administrativa impactan el concepto de institución líder en seguridad vial y su enfoque sistémico necesario, considerando tanto el concepto integral de la acción conjunta de la ingeniería, la fiscalización y la educación vial, como los postulados del Primer Decenio en lo que a gestión se refiere. Finalmente, además de posicionarse sobre el proyecto de ley 23114, que concentraría las funciones en análisis en el MOPT, se hacen recomendaciones para la administración vial en general y para la consolidación real del Cosevi en sus componentes operativos y de administración.

1. Contextualización y los decenios de acción

El Informe Mundial sobre Traumatismos Causados por el Tránsito (Peden et al, 2004), es principal referencia para la consolidación del Primer Decenio de Acción por la Seguridad Vial, por eso es pertinente recordar sus recomendaciones originales:

- R1. "Designar un organismo coordinador en la administración pública para orientar las actividades nacionales en materia de seguridad vial."
- R2. "Evaluar el problema, las políticas y el marco institucional relativos a los traumatismos causados por el tránsito, así como la capacidad de prevención del país."
- R3. "Preparar una estrategia y un plan de acción nacionales en seguridad vial"
- R4. "Asignar recursos financieros y humanos para tratar el problema."

En Costa Rica existe un organismo coordinador desde el año 1979, el Consejo de Seguridad Vial Cosevi, su intención inicial era administrar el fondo de seguridad vial, financiar proyectos concretos, y no necesariamente ejercer rectoría. En su consolidación como institución pasó a realizar análisis más integral de políticas contemplando las de salud pública. Pasó a encargarse de los planes nacionales de seguridad vial, involucrándose en la realización y seguimiento (Contreras, 2008), así como a administrar el fondo de seguridad vial ya mencionado.

1.1 El Primer Decenio

En marzo de 2010, la resolución A/64/255 de la Asamblea General de la ONU proclamó el período 2011–2020 como el Decenio de Acción para la Seguridad Vial. Los conceptos del informe de la OMS de 2004 y posteriores fueron debidamente integrados en las políticas propiciadas por el Plan Mundial para el Decenio 2011–2020, específicamente en el Pilar 1- Gestión de la Seguridad Vial, que señala en su Actividad 1: Establecer un organismo coordinador (y mecanismos de coordinación) sobre seguridad vial que cuente con la participación de interlocutores de una variedad de sectores, mediante:

• La designación de un organismo coordinador y el establecimiento de una secretaría conexa;
• El fomento del establecimiento de grupos de coordinación;
• La elaboración de programas de trabajo básicos.

Esos elementos han continuado presentes en las diversas estrategias seguidas en el mundo, sin embargo, ya desde 1997 la estrategia de Visión Cero había sido adoptada en Suecia.

En mayo de 2011, el Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020 (WHO, 2010), enfatizó que los accidentes de tránsito representaban la 10ª causa principal de defunción a nivel mundial, 13 años después el informe sobre la situación mundial de noviembre de 2023 (WHO, 2023) los reporta como la 12º causa, pero primera para el rango de edad de 5 a 29 años, igual que en 2010.

A cinco años del inicio del primer decenio, el 25 de septiembre de 2015, en la Cumbre de la ONU sobre el Desarrollo Sostenible, se aprobó el documento "Transformar Nuestro Mundo: la

Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible", con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, y donde la meta específica 3.6 orientaba a reducir las muertes por accidentes de tránsito en 50% para 2020, y la meta 11.2 a que en 2030 se brindara acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos, mejorando la seguridad vial, con especial atención a los usuarios vulnerables, mujeres, niños, personas con discapacidad y adultos mayores. Esa meta 3.6 no se alcanzó cinco años después al terminar el primer decenio.

1.2 El Segundo Decenio

El 31 de agosto de 2020, en Resolución A/RES/74/299, Mejoramiento de la seguridad vial en el mundo, aprobada por la Asamblea General de la ONU, se integra la Declaración de Estocolmo, y se "*proclama el período 2021-2030 como Segundo Decenio de Acción para la Seguridad Vial, que tendrá por objetivo reducir las muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico por lo menos en un 50 % de 2021 a 2030"*, considerando el mismo dentro de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible y el enfoque de Sistema Seguro.

La Visión Cero sueca, promueve los principios del sistema seguro usados también con amplitud en Australia, Nueva Zelanda y Países Bajos, y están centrados en preservar al ser humano quien se caracteriza por su fragilidad y por la probabilidad de cometer errores en la conducción. De lo anterior, se destaca la importancia del diseño de infraestructura que contemple carreteras o vías que perdonan (forgiving roadways) o que se auto-explican (self-explaining roads), conceptos en el diseño que induzcan a la alerta y a la percepción del riesgo por el usuario y que utilicen lógicas de diseño, materiales, dispositivos y tecnologías para mitigar la severidad de los siniestros provocados, ya sea por las condiciones de las vías o por fallas de los vehículos, o de los propios usuarios, y que – de ser posible - eviten esos eventuales siniestros.

En el informe sobre la situación mundial, del 2023 (WHO, 2023) se tiene que cada año mueren en las carreteras 1,19 millones de personas, lo que indica un descenso del 5% desde 2010. En ese período una decena de países lograron una reducción de al menos el 50% de las muertes en carretera y 85 consiguieron reducciones de entre el 10 y el 49%, y señala que algunas de las mayores reducciones se lograron cuando "se aplicó el enfoque de sistema seguro, que sitúa a las personas y la seguridad en el centro de los sistemas de movilidad." Sin embargo, en otros 66 países aumentaron las muertes en carretera.

También señala que el 12% de las defunciones por accidentes de tránsito se produjeron en la Región de las Américas, más del doble del 5% registrado en Europa. Así como que el 90% de los fallecimientos se registran en países de ingresos medianos y bajos, y que el 53% de las víctimas mortales de accidentes de tránsito son usuarios vulnerables: peatones (23%); conductores de vehículos de dos y tres ruedas, como motocicletas (21%) y ciclistas (6%). Los ocupantes de automóviles y otros vehículos de cuatro ruedas representan el 30% del total.

1.3 La Gestión de la Seguridad Vial en los Decenios

El segundo plan mundial está dirigido a los principales responsables de formulación de políticas, y pretende servir de modelo para elaborar planes y objetivos nacionales y locales. Propone dar prioridad a un enfoque integrado de sistemas de seguridad, y situar directamente la seguridad vial como un impulsor fundamental del desarrollo sostenible. En las medidas recomendadas se señalan 1. El transporte multimodal y la planificación del territorio, 2. La infraestructura vial segura, 3. La seguridad del vehículo, 4. El uso seguro de la infraestructura de tránsito y 5. La respuesta tras las colisiones. Es en la parte de requisitos para la aplicación que se menciona el financiamiento, los marcos jurídicos, así como aspectos de control de la velocidad, fomento de la capacidad, perspectiva de género y la adaptación de tecnologías, además de un enfoque específico en países de ingresos bajos y medios.

Si bien en la parte de responsabilidad compartida del plan, se habla del papel del gobierno, de las instituciones académicas, de la sociedad civil y los jóvenes, además del sector privado y los financiadores, nótese que a diferencia del anterior planteamiento, el énfasis estratégico en la Gestión de la Seguridad Vial (Pilar 1), queda diluido en ese enfoque y en las consecuentes propuestas, lo que no parece adecuado a la luz de la evidencia y del sentido común.

3. El caso de costa rica: legal, institucional, desempeño y desafíos

3.1 Legislación y Administración Vial

En Costa Rica, el marco legal vinculado al tema de seguridad vial incluye diversas leyes, decretos, normas y reglamentos, a seguir se listan algunas de las leyes relacionadas y se desarrollan los principales referentes a la administración vial y al tránsito terrestre.

- Ley N° 3503, Ley Reguladora del Transporte Remunerado de Personas en Vehículos Automotores, del 10 de mayo de 1965;
- Ley N° 6324, Ley de Administración Vial, del 24 de mayo de 1979;
- Ley N° 7593, Ley Reguladora de los Servicios Públicos, del 5 de setiembre de 1996;
- Ley N° 7331, Ley de Tránsito, del 22 de abril de 1993, modificada por la Ley N° 8696 del 23 de diciembre de 2008.
- Ley N° 7969, Ley Reguladora del Servicio Público Remunerado de Personas en Vehículos en la Modalidad de Taxi, del 28 de enero de 2000, crea el Consejo de Transporte Público.
- Ley N° 9078, Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial, del 26 de octubre de 2012

3.1.1 La Ley de Administración Vial Nº 6324, de 1979

Estableció que en ella se regulará lo concerniente al tránsito de personas, vehículos y bienes en la red de caminos públicos, así como todos los aspectos de seguridad vial y de la contaminación ambiental causada por los vehículos automotores, y su ejecución corresponderá al Poder Ejecutivo, por medio del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

En su CAPITULO II, Artículo 4º estableció la creación del Consejo de Seguridad Vial – Cosevi – adscrito al MOPT con independencia en su funcionamiento administrativo y personalidad jurídica propia, para administrar el Fondo de Seguridad Vial y asignar las sumas necesarias a los programas y proyectos de seguridad vial.

El Cosevi es el órgano desconcentrado en transporte terrestre más antiguo de Costa Rica, creado hace 42 años, pero fue pensado originalmente para administrar el Fondo citado y no para ejercer rectoría directa o indirecta en el campo de su competencia. A pesar de esto, con el paso del tiempo y de una forma regida más por la costumbre o estilo ministerial se ha encargado de las políticas en la materia y del diseño y la implementación de los Planes Estratégicos para la Seguridad Vial en el país.

En su Art. 3º estableció que la Administración Vial estará constituida por las siguientes dependencias de la División de Transportes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes:

a) El Consejo de Seguridad Vial;
b) La Comisión Técnica de Transportes;
c) La Dirección de Ingeniería de Tránsito;
ch) La Dirección de la Policía de Tránsito; y
d) La Dirección General de Transporte Público.

Así reformado conforme al artículo 249 de la Ley Nº 7331 de 13 de abril de 1993. Nótese la subordinación jerárquica a la División de Transportes que le daba coherencia administrativa y presupuestaria al conjunto.

3.1.2 Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres 7331, sus reformulaciones y reformas

La Ley de Tránsito 7331, de 1993, derogó la anterior Ley de Tránsito 5930, del 13 setiembre de 1976, y también modificó a la Ley 6324. En su Art. 2, estableció que "La ejecución de esta Ley compete al MOPT, por medio de la División General de Transportes y del Consejo de Seguridad Vial, salvo en los casos en que se establecen funciones cuya competencia corresponda a otros órganos o entes".

La Ley de Tránsito 7331 fue reformada por la Ley 8696 en el 2008, y sustituida por la Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial No. 9078, en 2012. En lo que interesa, la Ley 8696 eliminó la participación en la Junta Directiva del COSEVI de la División de Transportes y de sus Direcciones Generales subalternas: Ingeniería de Tránsito, Policía de Tránsito y Educación Vial, esto al redefinir los artículos 3 y 5 de la ley de Administración Vial.

Posteriormente la Ley 9078, del 2012 y vigente en la actualidad, redefinió una vez más la Administración Vial así:

"Artículo 3.- La Administración Vial estará constituida por:
1) El Cosevi,
2) La Dirección General de Educación Vial,

3) La Dirección General de Ingeniería de Tránsito,
4) La Dirección General de la Policía de Tránsito."

Nótese que el Cosevi continúa siendo el administrador del fondo de seguridad vial, esto para financiar proyectos de entidades operativas sobre las que no tiene jerarquía. A pesar de esto, con el paso del tiempo y de una forma regida más por la costumbre o estilo ministerial se ha encargado de las políticas públicas y de la conceptualización, el diseño y la implementación de los Planes Estratégicos para la Seguridad Vial en el país (Contreras-Montoya, 2013).

Debe señalarse que esa modificación a la Administración Vial equiparó - sin ningún análisis evidente - a cuatro entidades, siendo que tres de ellas pertenecen al Poder Ejecutivo Central y la otra, el Consejo, es un órgano de desconcentración máxima, con recursos dados por ley y que, como ya se indicó, financia proyectos a las otras tres dependencias o entidades operativas sobre las que no tiene relación jerárquica.

3.1.3 Pronunciamientos y Conceptos de la Contraloría General de la República

Es pertinente rescatar aquí los análisis de la Contraloría General de la República - CGR (2003), que en su Informe sobre el Estudio de la Gestión Realizada por el Consejo de Seguridad Vial, DFOE-OP-36-2003, le indica al Ministro del MOPT que:

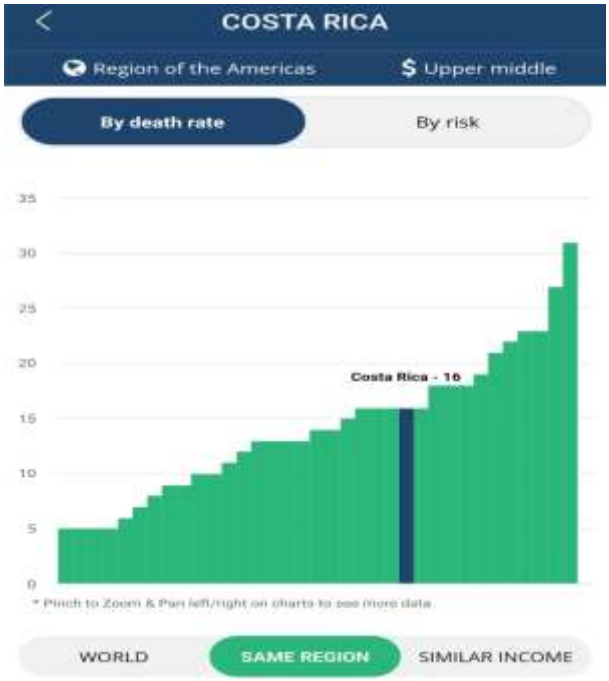
"*...considerando los múltiples problemas de coordinación, de duplicidad de funciones y de relaciones jerárquicas que existen entre el Consejo de Seguridad Vial y las Direcciones Generales de Ingeniería de Tránsito, Policía de Tránsito y Educación Vial de ese Ministerio, emite las siguientes disposiciones: a) Realizar las acciones que sean necesarias a efecto de que, a la brevedad posible, se promuevan reformas en las leyes correspondientes que permitan a ese Ministerio lograr el traslado de las Direcciones Generales de Ingeniería de Tránsito, Policía de Tránsito y Educación Vial al Consejo de Seguridad Vial, en virtud de su relación de unidades ejecutoras de los programas y proyectos que se financian con los recursos del Fondo de Seguridad Vial. Lo anterior fortalecerá la posición de ese Ministerio como Órgano Rector del Sector Transportes y permitirá al COSEVI situarse como la institución líder en materia de seguridad que el país requiere*".

Esa disposición se mantiene en el apartado 2.2.7 del informe DFOE-OP-27-2006 Informe sobre el Estudio Evaluativo de la Estructura Orgánica, Planificación y Organización de los Recursos del MOPT (CGR, 2006). Hasta el momento no se ha conseguido incorporar órganos operativos.

3.2 Desempeño histórico y algunas estadísticas

El índice de mortalidad para Costa Rica en el contexto de la Región de las Américas se muestra a continuación, a partir del informe de la OMS del 2023.

Figura 1. Índice de mortalidad en los países de la Región de las Américas



Aquí se observa que el índice de mortalidad de 16 reportado por la OMS es conteste con los datos que se mostrarán más adelante.

Para contextualizar se muestran algunos datos generales sobre el país para el año 2022, estabilizado después de la pandemia del Covid-19. Tanto esos como los siguientes se extraen del Anuario estadístico de accidentes de tránsito con víctimas (Cosevi, 2022) y de las estadísticas que publica en su página web el Cosevi en (https://datosabiertos.csv.go.cr/). Se mantiene la numeración usada en el Anuario cuando esa es la fuente.

Cuadro 1-1 Costa Rica: tasas de mortalidad en sitio y de lesionados por 100 000 habitantes en accidentes de tránsito según año. Periodo 2012 - 2022

Año	Muertes Sitio	Lesionados	Proyección de Población	Tasa de mortalidad en sitio x100 mil habitantes	Tasa de lesionados x100 mil habitantes
2012	332	12 630	4 652 459	7,14	271,5
2013	298	16 439	4 713 168	6,32	348,8
2014	365	16 967	4 773 130	7,65	355,5
2015	425	18 143	4 832 234	8,80	375,5
2016	485	21 003	4 890 379	9,92	429,5
2017	488	19 302	4 947 490	9,86	390,1
2018	471	19 429	5 003 402	9,41	388,3
2019	451	19 154	5 058 007	8,92	378,7
2020	311	14 673	5 111 238	6,08	287,1
2021	373	17 802	5 163 038	7,22	344,8
2022	491	20 056	5 213 374	9,42	384,7

Fuente: Cosevi. Área de Investigación y Estadística. Muertes y lesionados del parte oficial de tránsito. Población del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) Proyecciones Nacionales, Unidad de Estadísticas Demográficas.

En la última década, la cantidad de lesionados es 40 veces los muertos en sitio, y en el año 2022 prácticamente se retoma el orden de magnitud de la mortalidad antes de la pandemia.

Cuadro 1-2 Costa Rica: número de accidentes de tránsito con víctimas por clase de accidente según año. Periodo 2012-2022

Año	Total de accidentes víctimas	Clase de accidente	
		Solo heridos leves	Con muertos o graves
2012	**9 663**	7 723	1 940
2013	**12 576**	10 406	2 170
2014	**13 025**	10 910	2 115
2015	**14 050**	11 787	2 263
2016	**16 037**	13 524	2 513
2017	**14 861**	12 474	2 387
2018	**14 742**	12 402	2 340
2019	**14 861**	12 685	2 176
2020	**11 791**	10 187	1 604
2021	**14 150**	12 209	1 941
2022	**15 629**	13 275	2 354

Fuente: Cosevi. Área de Investigación y Estadística. Datos del parte oficial de tránsito.

En los accidentes con víctimas de la última década, del orden del 18% de ellos son con muertos y heridos graves, igual en el año 2022 se retoma el orden de magnitud de antes de la pandemia.

Cuadro 1-4 Costa Rica: número de muertes en sitio, población y tasa de mortalidad por 100 000 habitantes por año según grupo de edad quinquenal. Periodo 2020-2022

Edad quinquenal	Muertes en sitio			Población			Tasa de mortalidad por 100 000 habitantes		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Total	**311**	**373**	**491**	**5 111 238**	**5 163 038**	**5 213 374**	**6,08**	**7,22**	**9,42**
De 0 a 4	2	6	1	365 797	363 197	360 248	0,55	1,65	0,28
De 5 a 9	0	1	2	371 673	375 553	375 885	0,00	0,27	0,53
De 10 a 14	7	4	3	374 598	373 326	375 032	1,87	1,07	0,80
De 15 a 19	13	22	15	381 333	374 718	371 649	3,41	5,87	4,04
De 20 a 24	35	45	63	419 690	415 467	410 043	8,34	10,83	15,36
De 25 a 29	42	51	47	442 156	441 301	438 784	9,50	11,56	10,71
De 30 a 34	38	34	57	454 188	449 042	448 591	8,37	7,57	12,71
De 35 a 39	30	44	48	411 543	427 653	436 543	7,29	10,29	11,00
De 40 a 44	19	39	39	352 809	364 925	376 900	5,39	10,69	10,35
De 45 a 49	23	17	39	300 292	305 458	312 074	7,66	5,57	12,50
De 50 a 54	19	16	23	286 517	285 771	285 263	6,63	5,60	8,06
De 55 a 59	20	16	25	271 597	275 000	278 315	7,36	5,82	8,98
De 60 a 64	11	13	31	225 969	234 855	242 894	4,87	5,54	12,76
De 65 a 69	11	14	19	170 166	180 239	188 908	6,46	7,77	10,06
De 70 a 74	3	4	6	112 996	119 582	127 918	2,65	3,34	4,69
75 y más	11	7	14	169 915	176 951	184 327	6,47	3,96	7,60
Desconocida	27	40	59	-	-	-	-	-	-

Fuente: Cosevi. Área de Investigación y Estadística. Muertes en sitio reportados y validados con el parte oficial de tránsito. Población del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) Proyecciones Nacionales, Unidad de Estadísticas Demográficas.

Nótese la concentración de la mortalidad entre las edades de 20 y 50 años, acercándose al comportamiento registrado antes de la pandemia.

Cuadro 2-2 Costa Rica: número y porcentaje de personas involucradas en accidentes de tránsito con víctimas por tipo de lesión, según rol agrupado en 2022

Rol agrupado	Tipo de lesión											
	Total		Muerte		Herido grave		Herido leve		Ileso		Lesión Ignorada	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Total	**33 408**	**100,0**	**491**	**100,0**	**2 393**	**100,0**	**17 663**	**100,0**	**12 818**	**100,0**	**43**	**100,0**
Ocupante de motocicleta	**11 104**	**33,2**	208	42,4	1 305	54,5	8 436	47,8	1 149	9,0	6	14,0
Ocupante de bicicleta	**1 343**	**4,0**	37	7,5	131	5,5	1 128	6,4	47	0,4	0	0,0
Ocupante de vehículo	**18 303**	**54,8**	158	32,2	642	26,8	6 287	35,6	11 184	87,3	32	74,4
Peatón	**2 037**	**6,1**	84	17,1	297	12,4	1 622	9,2	31	0,2	3	7,0
Otro o Desconocido	**621**	**1,9**	4	0,8	18	0,8	190	1,1	407	3,2	2	4,7

Nota: en ocupante de vehículo además de los involucrados en carro incluye ocupantes de bus o microbús. La categoría otro o desconocido, involucra los dueños de propiedad. Fuente: Cosevi. Área de Investigación y Estadística. Datos del parte oficial de tránsito.

Interesa resaltar aquí que la mortalidad en motocicleta supera en 10 puntos porcentuales a la de ocupantes de automóvil y en 25 puntos a la del peatón, respecto al total, y en heridos graves esa participación es del doble de la de vehículos y más de 4 veces la de peatones, proporciones contestes con la vulnerabilidad de los motociclistas mezclada con su exposición al riesgo en colisiones con vehículos de mayor inercia y a velocidades considerables.

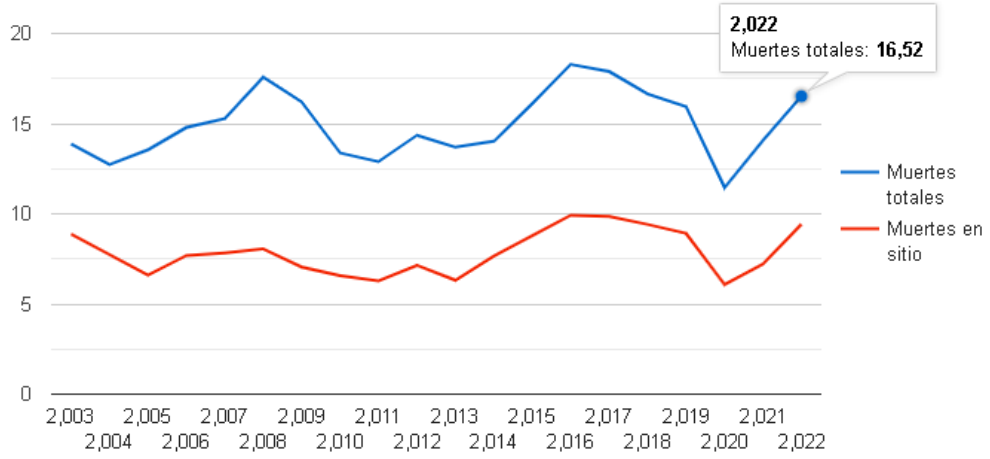
En el crecimiento exponencial del parque vehicular en las últimas dos décadas, con énfasis en los vehículos particulares y en las motocicletas, son las motos que tienen un crecimiento acelerado a partir del 2005, pasando a ocupar el segundo lugar en cantidad de unidades.

Para ilustrar el desempeño, se muestra el Cuadro 3 y la respectiva Figura 3 del indicador de muertes in situ y totales por cada 100.000 habitantes, para el período 2003-2022.

Cuadro 3. Mortalidad in situ y total en el Primer Decenio y hasta el año 2022

Año	Muertes totales	Muertes en sitio	Población	Tasa de muertes totales	Tasa de muertes sitio	% fallecidos en sitio
2011	592	289	4,592,149	12.89	6.29	48.82
2012	668	332	4,652,459	14.36	7.14	49.7
2013	645	298	4,713,168	13.69	6.32	46.2
2014	669	365	4,773,130	14.02	7.65	54.56
2015	779	425	4,832,234	16.12	8.8	54.56
2016	894	485	4,890,379	18.28	9.92	54.25
2017	885	488	4,947,490	17.89	9.86	55.14
2018	833	471	5,003,402	16.65	9.41	56.54
2019	807	451	5,058,007	15.95	8.92	55.89
2020	586	311	5,111,238	11.46	6.08	53.07
2021	727	373	5,163,038	14.08	7.22	51.31
2022	861	491	5,213,374	16.52	9.42	57.03

Figura 2. Tasa de mortalidad por 100.000 habitantes en Costa Rica de 2003 a 2022



Para el inicio del primer decenio, año 2011, la tasa de mortalidad total (m/100.000h) fue de 12,94, y no se logra una disminución provocando que en 2016 se tuviera la mayor tasa de 18,34 o sea un aumento del 41,73% en un período de 5 años. A partir de ahí se inicia un descenso sostenido hasta el año 2019 con una tasa de 16,03, una disminución del 12,60% en un período de 3 años. Después de pandemia se regresa en 2022 a ese orden de magnitud con 16,52.

Ha habido algunas oscilaciones a lo largo del primer decenio, y lo cierto es que la tendencia ha sido al aumento en la mortalidad, como ejemplo si se toman los datos del 2011 y 2019, los extremos sin considerar el primer año de pandemia 2020, ese aumento fue de 23,88%.

Hay que apuntar que, transversalmente a toda esa serie, se ha tenido legislación vigente sobre consumo de alcohol, revisión técnica vehicular, uso del casco y se promovieron formalmente Planes de Seguridad Vial. También se reformó la Ley de Tránsito 7331 que estaba vigente desde 1993, esto mediante la Ley 8413 del 2004 sobre las multas relativas a la obligatoriedad del uso del cinturón de seguridad para conductor y pasajeros, y posteriormente la Ley 8696 del 2008.

Ya durante el Primer Decenio, se publicó una nueva Ley de Tránsito por Vías Públicas Terrestres y Seguridad Vial, Ley 9078, que comenzó a regir el 26 de octubre de 2012.

Es importante recalcar esa vigencia de una nueva Ley de Tránsito a partir del 2012, que si bien imponía multas más severas y redefinía la Administración Vial, lo cierto entre otras razones es que al no resolver la relación jerárquica entre el Consejo y entes operativos del Poder Ejecutivo central, y al no reforzar adecuadamente la fiscalización no consiguió el impacto buscado.

Otras medidas fueron instauradas con antecedencia como la obligatoriedad del cinturón de seguridad y el uso del casco en motociclistas, así como lo relativo a conducción bajo los efectos del alcohol y la revisión técnica vehicular, pero hay deficiencias en otros elementos importantes como lo que se refiere a control de velocidad, de consumo de otras sustancias sicotrópicas, fiscalización electrónica, medidas dirigidas a usuarios vulnerables y coordinación institucional.

4. Sobre el proyecto de Ley 23114 de competencias del MOPT

En mayo de 2022, el Gobierno envía a la Asamblea Legislativa un proyecto de ley denominado "Fortalecimiento de competencias y rendición de cuentas del MOPT", expediente 23114, que en última instancia lo que pretende es que las competencias desconcentradas en los Consejos de Concesiones, de Vialidad, de Seguridad Vial y de Transporte Público sean trasladadas y concentradas en el Poder Ejecutivo Central en la figura del MOPT. En el texto no se hace análisis ni distinción entre las naturalezas de las funciones desconcentradas, ni entre las razones de su creación, ni entre sus estructuras administrativas-financieras-legales, ni de sus compromisos y participaciones internacionales y menos del cumplimiento fáctico de sus objetivos y metas, así como tampoco sobre la representatividad en las Juntas Directivas de los órganos. Como propuesta indica la creación de consejos consultivos ad honorem. Dicho texto se presenta pocos días después del cambio de Gobierno, de una forma claramente improvisada y ya anunciando que la idea era que la discusión se generara a lo interno de la Asamblea Legislativa.

La prueba más contundente de esa improvisación es que en octubre del mismo año se presenta un texto substitutivo, en donde ya no se incluye al Consejo de Concesiones, por razones obvias de su importancia en el proceso de diseño, construcción y financiamiento de infraestructura mediante Alianzas Público Privadas, pero se mantienen los otros tres Consejos transformándolos ahora en Divisiones del Ministerio, sin ahondar en los análisis y corregir las deficiencias ya apuntadas. Se evidencian errores gruesos en la propuesta, como lo que respecta al financiamiento que las leyes constitutivas concedían a esos órganos desconcentrados, exactamente por esa naturaleza, y la falta de un mínimo de cuidado en los artículos transitorios donde se continúa mencionando al Consejo de Concesiones, inexistente en este nuevo texto.

El hecho de que en ese proyecto de ley se proponga suprimir al Cosevi, como organismo coordinador especializado al tenor de lo ya señalado en el Informe y Plan Mundial del Primer Decenio, además de carecer de un mínimo de análisis y planteamiento conceptual y práctico, representa un retroceso de 45 años en la lucha sistémica y sistemática contra la mortalidad y los traumatismos causados por el tránsito en Costa Rica.

Sí debe señalarse la necesidad de una reorganización y una reingeniería, en el propio MOPT y en los Consejos, y así reorientar las unidades desconcentradas, y las descentralizadas, que tiene el Ministerio, esto daría criterios sólidos para un fortalecimiento necesario de la función desconcentrada o, en su defecto, un eventual traslado de competencias si eso se justifica. Pero no se debe a priori suprimir entidades y concentrar funciones en un Ministerio que, de hecho, por su tamaño y especialización debe ser estudiado para una eventual división en infraestructura y en servicios de transporte, contemplando el ámbito urbano.

4. Reflexiones finales y acciones pertinentes

Respecto al organismo coordinador y de dirección

Para que se cumpla con la consolidación de un organismo coordinador se debe enfatizar en la coherencia existente entre las recomendaciones de la OMS y del Plan Mundial para el Decenio 2011–2020 con las disposiciones de la Contraloría en sus informes DFOE-OP-36-2003 y DFOE-

OP-27-2006. La figura de descentralización en principio no muestra una ventaja concreta sobre la desconcentración máxima, nótese que como autónomo el COSEVI podría tener mayor "independencia", pero en definitiva su vinculación al MOPT, ente rector por ley, es estratégicamente deseable, mediante el concepto de personalidad jurídica instrumental.

Por lo tanto, debe reformarse la Ley de Administración Vial, propiciando el traslado de las Direcciones Generales de Ingeniería de Tránsito, Policía de Tránsito y Educación Vial al Cosevi, manteniéndolo como un órgano de desconcentración máxima con personalidad jurídica instrumental, dependiente del MOPT y aprovechando para realizar una reorganización administrativa, repensar aspectos como el de la integración de su Junta Directiva y la definición, captación y uso de los recursos del Fondo de Seguridad Vial.

Respecto al enfoque sistémico y la coordinación institucional

Para posibilitar y potenciar prácticamente todo lo anterior, debe ser una obligación el trabajo coordinado y conjunto entre los diversos Consejos del Sector Transporte: Seguridad Vial, Transporte Público, de Concesiones, de Vialidad, contemplando esa labor de forma articulada con los entes pertinentes del Poder Ejecutivo: el propio Ministerio de Obras Públicas y Transportes, y los Ministerios de Salud, de Educación y de Planificación. Completa este panorama la coordinación con las municipalidades, incorporando a la sociedad civil.

Respecto al proyecto de ley 23114

Como ya se analizó, no es de recibo ni en el concepto ni en la práctica, el pensar en suprimir al Cosevi, tanto por ser el organismo coordinador especializado al tenor de lo ya señalado en el Informe y Plan Mundial del Primer Decenio, como por su consolidación a lo largo de 45 años como institución líder en materia de seguridad vial en Costa Rica. Por el contrario, debe apoyarse como organismo de dirección, siguiendo la reflexión ya desarrollada en este texto de propiciar la debida reforma a la Ley de Administración Vial.

6. Referencias bibliográficas

Contraloría General de la República (2003, 2006). Informe DFOE-OP-36-2003: Estudio de la Gestión Realizada por el Consejo de Seguridad Vial – Informe DFOE-OP-27-2006: Estudio Evaluativo de la Estructura Orgánica, Planificación y Organización de los Recursos del MOPT. Recuperado de. www.cgr.go.cr en octubre de 2022.

Contreras-Montoya, C. (2008). Las Metas del Plan Nacional de Desarrollo y los Planes Estratégicos para la Seguridad Vial en Costa Rica. *Actas en medio electrónico del 1er. Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial – 1er. CISEV.* San José, Costa Rica

Contreras-Montoya, C. (2013). La Seguridad Vial y la Desconcentración Administrativa en Costa Rica: Cómo consolidar la Agencia Líder? *Actas en medio electrónico del XVII CLATPU*, Guayaquil, Ecuador.

Cosevi (2021). Anuario estadístico de accidentes de tránsito con víctimas en Costa Rica 2019. *Volumen 4 Número 1, 2019. ISSN: 2215-5236.* Consejo de Seguridad Vial/MOPT. San José, Costa Rica.

Cosevi (2023). Anuario estadístico de accidentes de tránsito con víctimas en Costa Rica 2022. *Vol. 7, Núm. 1, 2022. ISSN 2215-5236.* Consejo de Seguridad Vial/MOPT. San José, Costa Rica.

ONU (2020) Resolución A_RES_74_299. Recuperado https://contralaviolenciavial.org/uploads/A_RES_74_299_S.pdf en noviembre 2020.

Organización Panamericana de la Salud – OPS/OMS. (2019). Informe sobre el Estado de la Seguridad Vial en la Región de las Américas. *ISBN: 978-92-75-33069-2*. Washington, D.C.

Peden, M., R. Scurfield, D. Sleet, D. Mohan, A Hyder, E. Jarawan & C. Mathers (eds). (2004). Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito. *Organización Mundial de la Salud.* Ginebra.

World Health Organization - WHO (2010). Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020. Recuperado de www.who.int/roadsafety/decade_of_action/ en noviembre 2020.

World Health Organization - WHO. (2015, 2018). Informe sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial 2015 - Informe sobre la Situación Mundial de Seguridad Vial 2018. Recuperado de www.who.int/roadsafety en mayo 2019

World Health Organization - WHO. (2023). Global Status Report on Road Safety 2023. Washington, D.C. Recuperado de https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/375016/9789240086517-eng.pdf?sequence=1 en febrero 2023.

IMPACTO DEL CRECIMIENTO DE LA FLOTA DE MOTOCICLETAS EN COSTA RICA

Olman Vargas Zeledón
Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos, San José, Costa Rica. ovargas@cfia.or.cr

RESUMEN

En Costa Rica la flota de motocicletas se había mantenido relativamente estable durante muchos años, con un crecimiento moderado que no había significado un factor de desequilibrio en el total de la flota vehicular.

Dicha situación empieza a variar de manera significativa en tiempos de pandemia (2020 – 2021); pero es a partir del año 2022, en período post pandemia, que sube significativamente el número de motocicletas como porcentaje de la flota total, y con ese crecimiento, también el número de accidentes con motocicletas involucradas, y con un impresionante aumento en el porcentaje de número de fallecidos en accidentes con motocicletas involucradas.

El desarrollo del paper presenta entonces, un análisis de las causas que han provocado dicha situación, de la poca regulación al respecto en la normativa vigente que ha tomado sin reacción inmediata a las autoridades del gobierno Central, y de las situaciones particulares en el país; para plantear entonces algunas posibles medidas que se deben tomar en el corto y mediano plazo en materia de seguridad vial, con el fin de poder incidir en una disminución significativa de accidentes con motocicletas involucradas, a nivel de: control en carretera, seguridad pasiva de las motocicletas, campañas de concientización de buenas prácticas al conducir motocicletas, campañas de sensibilización a conductores de vehículos con respecto a compartir el espacio vial con los motociclistas. Se hace una reflexión sobre las ventajas y desventajas del crecimiento de la flota de motocicletas, con el fin de mantener a futuro políticas públicas que posibiliten un control adecuado.

En Costa Rica la flota de motocicletas se había mantenido relativamente estable durante muchos años, con un crecimiento moderado que no había significado un factor de desequilibrio en el total de la flota vehicular.

Dicha situación empieza a variar de manera significativa en tiempos de pandemia (2020 – 2021); cuando el número de motocicletas es el único vehículo automotor que aumenta en números reales; pero es a partir del año 2022, en período post pandemia, que sube significativamente el número de motocicletas como porcentaje de la flota total, y con ese crecimiento, también el número de accidentes con motocicletas involucradas, y con un *aumento significativo en el porcentaje de número de fallecidos en accidentes con motocicletas involucradas.*

En el presente documento, se analizan las causas de dicha situación, y se generan una serie de medias alternas que se deben tomar, con el fin de lograr, en un plazo perentorio, una reducción significativa en el número de accidentes con motociclistas incluidos, así como en el nivel de gravedad de dichos accidentes.

1. Antecedentes

La flota vehicular de Costa Rica se mantuvo durante muchos años con un porcentaje de motocicletas bastante estable, creciendo el número bajo una correlación similar al crecimiento del número de vehículos automotores. En la Tabla No. 1 se observa el porcentaje típico de motociclistas con respecto al total de la flota automotor.

Tabla No.1: Número de motocicletas con respecto al total de la flota vehicular en Costa Rica (1)

Flota	**2021**	**2022**	**Crecimiento (%)**	**2023**	**Crecimiento (%)**
Automóviles	974325	956781	-0.19	968 170	1.1
Motocicletas	594050	660056	11	776537	17.6
Otros					
Total	**1 568 375**	**1 616 837**		**1 744 707**	

(1) Fuente: Elaboración propia con base en datos del Consejo de Seguridad Vial (2021,2022.2023)

Dicha situación empieza a cambiar en los años anteriores a la pandemia, pero a raíz de la pandemia (2020-2021), se aumenta de una manera que no se esperaba, como se deriva de la tabla No.1: el aumento con respecto al 2021 es de un 11% en el 2022; y el aumento con respecto al 2022, es de un 15% en el 2023.

Lo anterior, se estima se debió principalmente a 4 factores importantes:
1.- El crecimiento exponencial de los servicios conocidos como "delibery", principalmente con respecto a la compra de alimentación a domicilio, donde,

inicialmente se genera una red de bicicletas para entrega de los productos, pero luego, en los meses de pandemia, se cambia la flota de bicicletas a una flota de motociclistas, que significan una mayor velocidad en la entrega del producto, con una disminución significativa en el tiempo de entrega, y a la vez, un menor desgaste físico de los jóvenes que hacen entrega de dichos productos. El crecimiento de la flota de motociclistas es significativo en este aspecto.

2.- Lo anterior se ve impulsado, por un precio relativamente bajo de las motocicletas, con respecto a otros vehículos automotores, y, sobre todo, por una facilidad muy grande para poder financiar la compra de estas. Los diferentes actores del sistema bancario nacional ofrecen crédito para compra de la motocicleta con mucha facilidad, y con requisitos de capacidad financiera muy bajos, que favorecen la compra de éstas.
3.- Además, la regulación en el país para las motocicletas, a nivel de legislación, tienen una normativa menos estricta que otros vehículos automotores. Se muestra el articulado del artículo 117 de la *"Ley de tránsito por vías públicas terrestres y seguridad vial":*

"CAPÍTULO IV

CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS TIPO BICIMOTOS,

MOTOCICLETAS, UTV *(2)*

ARTÍCULO 117.- Obligaciones de los conductores y sus pasajeros

Los conductores y pasajeros de los vehículos indicados en este capítulo deben acatar las siguientes disposiciones:

a) *Llevar un casco de seguridad de acuerdo con los requisitos estipulados en el reglamento de esta ley.*

b) *Se les prohíbe llevar paquetes, bultos y objetos que limiten la libertad de movimiento al conducir el vehículo.*

c) *Abstenerse de sujetarse de otro vehículo en marcha en las vías públicas.*

d) *Utilizar prendas de vestir retrorreflectivas, tanto al estar el vehículo en movimiento como cuando se detengan a realizar alguna reparación en el espaldón o a la orilla de la carretera.*

e) *No podrán transportar menores de cinco años como pasajeros."*

(2) Nota: UTV: Vehículo para tareas útiles

Esta legislación, que en materia de control se puede considerar "moderada", es también un aliciente para que la comunidad considere la posibilidad de adquirir motocicletas.

4.- Finalmente, la cuarta consideración para el aumento del número de motocicletas en las vías públicas terrestres es la *congestión vial generalizada* en nuestros principales centros urbanos, que han impulsado a que muchos dueños de vehículos automotores adquieran motocicletas adicionalmente al vehículo, para trasladarse en menor tiempo y con mayor facilidad dentro de los centros urbanos correspondientes. Este es un factor decisivo para lo que se analizará más adelante, por el manejo de situaciones de riesgo mucho más frecuente en los conductores de motocicletas, que en los conductores de vehículos automotores.

2. El problema

El problema por analizar queda perfectamente identificado, con solo observar en detalle el número de accidentes de tránsito en el país, con motocicletas involucrados, que muestra un alto crecimiento, que supera el 30% de la totalidad de los accidentes, según se anota en las Tabla No. 2:

TABLA No. 2: Accidentes de tránsito totales con víctimas, con motocicletas involucradas (3)

Accidentes	**2021**	**2022**
Motocicletas	10 145	11 104
Total	**29 700**	**33 408**
Porcentaje	**34%**	**34%**

(3) Fuente: Elaboración propia con base en datos del Consejo de Seguridad Vial (2021,2022)

O sea, ya para el año 2021, se observa un porcentaje muy alto de accidentes con motocicletas involucrados, que se mantiene en el 2022, y que representa una tercera parte de todos los accidentes de tránsito con víctimas, con motocicletas involucradas, con respecto al porcentaje de accidentes de tránsito con víctimas con respecto a vehículos involucrados.

Al tener un porcentaje tan alto de accidentes con víctimas con motocicletas involucradas, se hace necesario conocer cuál ha sido el efecto de las víctimas en este tipo de accidentes. En la tabla no. 3 se muestra ese efecto:

TABLA No. 3: Víctimas totales por año, lesionados y fallecidos, todo tipo de vehículo (4)

Accidentes	**2021**	**2022**	**Aumento (%)**	**2023**	**Aumento (%)**
Lesionados	17 802	20 056	**12.6**		
Muertos	373	491	**32**	517	**5.3**
Total	**18 175**	**20 547**			

(4) Fuente: Elaboración propia con base en datos del Consejo de Seguridad Vial (2021,2022,2023)

Se tiene entonces que el número de muertos en los dos últimos años ha aumentado en un 32% (2022) y en un 5.3% (2023), por lo que se hace necesario conocer, de esos porcentajes, cuánto se debe al aumento de motocicletas involucradas en accidentes con víctimas:

TABLA No. 4: Víctimas por año, fallecidos, en accidentes con motocicleta (5)

Accidentes	**2021**	**2022**	**Aumento (%)**	**2023**	**Aumento (%)**
Muertos	166	208	**25**	253	**22**

(5) Fuente: Elaboración propia con base en datos del Consejo de Seguridad Vial (2021,2022,2023)

Se tiene entonces que los muertos por accidentes de tránsito en accidentes con motocicletas involucradas aumentaron en un 25% para el año 2022 y en un 22% para el año 2023.

Pero la cifra que más impacta y preocupa es la que se determina del número de muertes en accidentes con motocicletas involucradas, con respecto al total de muertes en el país por motivo de accidentes viales., para el año 2023. De las 517 personas fallecidas, 253 fueron en accidentes con motocicletas involucradas lo que representa, para *muertes por accidentes con motocicletas involucradas, un 49% del total de las muertes por accidentes***.**

Estas son cifras que obligan a las autoridades de Tránsito, y a la comunidad en general, en *tomar medidas en el menor plazo posible* con el fin de detener el aumento significativo de muertos y lesionados por accidentes de tránsito.

Los 517 muertos que se indican en la Tabla No. 3 como el total del año 2023, sobrepasan por primera vez en la historia de Costa Rica, la cifra de 500 fallecidos. (Es importante indicar que las estadísticas en Costa Rica toman como fallecido por el accidente de tránsito los fallecidos en el sitio del accidente, para efectos de las estadísticas divulgadas por la Policía de Tránsito). Si la manera de medir los fallecidos por accidente de tránsito se estima conservadora, ya que en muchos países en el mundo el parámetro se lleva hasta una consideración de fallecido por accidente de

tránsito hasta 24 horas después del accidente, se tendría que este número record en el país, es bajo con respecto a la realidad de la consecuencia del accidente. Y ni se diga si lo llevamos a parámetros de los países más desarrollados en esta materia, que llevan el seguimiento del accidente hasta una semana posterior al mismo.

Se trabaja con datos de 2021. 2022 Y 2023, para establecer los cambios que se han dado, sobre todo porque el dato del año 2020 es poco representativo, ya que estuvo ampliamente influenciado por la situación de la pandemia, que hizo que los volúmenes de tránsito disminuyeran significativamente, por toda la restricción de circulación que se dio en ese año, y que no posibilitaba a los dueños de vehículos automotores a desplazarse normalmente. Aun así, se reitera que el número de motocicletas nuevas registradas dentro de la flota vehicular fue el único que creció en ese año 2020. Para el año 2021, aunque al inicio se mantuvieron en los primeros meses algunas restricciones, ya se volvió de manera gradual a las condiciones naturales de flujo, lo cual queda demostrado al observar los datos de 2022 y 2023.

Para el año 2023, se tiene todavía un crecimiento mayor en el porcentaje de accidentes con motocicletas involucradas, incluyendo el número de fallecidos en ese tipo de accidentes.

Como se observa el porcentaje es significativamente alto, y eso ha generado una gran preocupación en la comunidad, pero dicha preocupación no se ha visto reflejada en las autoridades de tránsito, que han reaccionado de una manera muy lenta, ante la situación presentada y claramente establecida según los datos analizados.
Se pasa entonces, a analizar y establecer posibles medidas correctivas, que puedan hacer cambiar la proyección tan negativa de accidentabilidad que se mantendría, si no se toman las medidas adecuadas.

3. Medidas a considerar

Para la consideración de medidas, es importante retomar las causas que se indicaron en el numeral 1: “Antecedentes”; con el fin de poder correlacionar dichas medidas con acciones preventivas que se deriven precisamente de dichas causas.

3.1. Legislación

Este es un aspecto crucial, ya que la legislación moderada que se tiene en el país en materia de conducción de motocicletas, con pocas restricciones, puede ser mejorada de manera significativa.

En primer lugar, y según se ha establecido en otros países, debe valorarse la medida de poner de uso obligatorio, *un chaleco reflectivo para los conductores de las motocicletas*. El poder ubicar de manera inmediata a un motociclista, es un factor fundamental para poder evitar posibles colisiones. Esta medida, adicionalmente, en otros países del orbe se ha complementado con la colocación del número de registro o matrícula del conductor en la parte externa del chaleco, con el fin de que pueda servir para identificar rápidamente a la persona, básicamente por razones de seguridad, sobre todo en casos de sicariato o robo.

En segundo lugar, debe la legislación ser más estricta en la implementación de elementos de seguridad pasiva propiamente en las motocicletas, como lo son cintas reflexivas, tanto a los lados, como en el frente y parte posterior de la motocicleta.

En tercer lugar, la regulación de velocidad para los motociclistas es también un aspecto fundamental en la prevención de accidentes, sobre todo en áreas suburbanas.

3.2. Educación

Otros tipos de vehículos automotores tienen una mayor cantidad de normativas a cumplir, lo que incide en que el conductor de motocicleta "perciba" que la normativa que le aplica es relativamente moderada, y eso lo induce, en muchas oportunidades, a utilizar su criterio al transitar por las vías. Ejemplo claro de esto es la típica maniobra de los motociclistas que, al circular por un carril, y encontrar una fila de vehículos en el mismo, inician desplazamiento sobre el margen izquierdo de ese carril, superando a los vehículos por su derecha, pero transitando exactamente sobre la línea de demarcación horizontal separadora, muchas veces incluso saliéndose de ella e invadiendo también en sentido contrario.

Otra maniobra inconveniente que realizan los motociclistas es cuando, ante una misma situación, o sea encontrarse con una serie de vehículos en fila, deciden superar a los vehículos por su derecha, invadiendo la línea de marcación horizontal lateral, e incluso invadiendo el espacio ocupado por el espaldón, generándose colisiones cuando un vehículo hace una maniobra hacia su derecha, o un ocupante del vehículo abre una puerta, sin percatarse que por ese espacio circula un motociclista.

Ante este tipo de situaciones se hace absolutamente necesaria una *política pública dentro del ámbito de la seguridad vial*, con el fin de educar a los motociclistas en el cumplimiento de la normativa vial, y no abusar de las facilidades de movimiento que da un vehículo relativamente pequeño como es una motocicleta.

Dicha política de enseñanza debe darse en el momento de dar los cursos de seguridad vial que se deben llevar antes de obtener una licencia, los cuales deben ser reforzados continuamente con campañas públicas de concientización, por medios de comunicación, especialmente por redes sociales. El recordar, de manera constante y sostenida, la necesidad de *respeto a la normativa vial* es de fundamental importancia para asegurarse un comportamiento adecuado de parte del conductor de motocicleta.

3.3. Seguridad pasiva de las motocicletas

Es común escuchar en los conductores de vehículos, luego de colisionar con una motocicleta, la frase de "*yo no lo vi*". Lo anterior normalmente se justifica en dos posibles causas: una colocación inadecuada de los espejos retrovisores, que posibilitan los "puntos muertos" en la visual hacia atrás; y también el mal cálculo de la posible velocidad del motociclista, sobre todo cuando se hace a través del espejo retrovisor central. Esa información se hace más sensible cuando el conductor debe transitar por un punto de alto nivel de tráfico.

Según lo dispone en la ley de tránsito, actualmente el motociclista debe portar cintas reflectoras en su vestimenta, pero se hace necesario, como ya se indicó, las cintas en la carrocería de la motocicleta, como parte de la seguridad pasiva de la misma. La motocicleta debe tener cintas reflectivas en varias de sus partes, para facilitar la visibilidad de esta, sobre todo en horas de la noche.

Además, como parte de la seguridad pasiva se tiene la obligatoriedad del uso del casco para el motociclista y los ocupantes de la motocicleta, que si bien, no va a evitar el paso de un accidente, pero si puede servir para bajar el nivel de gravedad de este. En ese sentido, los cascos deben de cumplir con una serie de condiciones de seguridad, y deben de estar sujetos al control de la policía de tránsito cuando corresponda.

3.4. Campañas de sensibilización a conductores de vehículos con respecto a compartir el espacio vial con los motociclistas

Con base en el crecimiento significativo de los accidentes de tránsito con motocicletas involucradas, es importante mencionar la mala conducción que se observa, tanto por conductores de vehículos como de motocicletas, con respecto al especio vial que les está predefinido. Estas dimensiones que se establecen en la Ley de Tránsito en su artículo No. 117, se ven afectadas por cuanto, en situaciones de congestión, se da un mal uso del espacio vial entre conductores de vehículos y motociclistas. El motociclista tiende a pensar que el espacio vial es sólo de él, y no respeta a normativa de acomodo del vehículo automotor. A su vez, el vehículo automotor se siente con "derecho" sobre

el motociclista, y muchas veces decide no ceder sitio al motociclista. Por lo anterior, deben mantenerse siempre campañas de sensibilización del manejo a la defensiva, y bajo control de velocidad

4. Recomendaciones

Finalmente, se hace una reflexión sobre las ventajas y desventajas del crecimiento de la flota de motocicletas, con el fin de mantener a futuro políticas públicas que posibiliten un control adecuado y sistemático de este tipo de vehículos.

Es claro la ventaja que la motocicleta da al usuario en condiciones de congestión. Por ello, aunado a políticas específicas, deben mantenerse las políticas integrales para disminuir los niveles de congestión, sobre todo en las áreas urbanas, y que tenderán a estimular el buen uso de los sistemas de transporte público.

Además, debe valorarse la política fiscal en materia de impuestos con respecto al precio de las motocicletas, para no llegar a una sobresaturación de estas, con los problemas que ya se han anotado que se dan cuando eso sucede.

Y también, se puede estimular, mediante una política de beneficios, el uso de otro tipo de movilidad, como por ejemplo las bicicletas en los servicios de "delivery", en atención a la alta accidentalidad que se tiene en materia de uso de motocicletas para dicho servicio.

5. Referencias Bibliográficas:

Consejo de Seguridad Vial (2022): "*Anuario estadístico de Accidentes de Tránsito con víctimas en Costa Rica, 2022*", COSEVI, San José, Costa Rica

Consejo de Seguridad Vial (2021): "*Anuario estadístico de Accidentes de Tránsito con víctimas en Costa Rica, 2021*"; COSEVI, San José, Costa Rica

El Observador CR, (2023): "*2023 registró la cifra más alta por accidentes de trânsito*". Recuperado en: https://observador.cr, 9 de enero 2024

Diario La Nación (2023): "*INS alerta sobre aumento en accidentes de trânsito*". Recuperado en: https://www.nacion.com, 23 octubre 2023

INFLUÊNCIA DA EXPANSÃO DA FROTA DE MOTOCICLETAS E APLICATIVOS DE MOBILIDADE EM SINISTROS DE TRÂNSITO – CASO DO RECIFE-PE

Wedson Luís dos Reis Dantas
Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil, wedson.luis@ufpe.br

Maurício Oliveira Andrade
Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil, mauricio.andrade@ufpe.br

RESUMO

A segurança viária é uma preocupação global, no contexto do Recife, os ocupantes de motocicletas têm se sobressaído enquanto vítimas nos sinistros de trânsito. Nos países em desenvolvimento as motocicletas, são muito utilizadas, por serem compactas e mais ágeis para lidar com congestionamentos, entretanto outro fator que merece atenção é a influência dos aplicativos de passageiros e o uso de *smartphones* no trânsito. Este artigo visa investigar o impacto dos aplicativos de transporte de passageiros com motocicletas e o aumento da frota desses veículos nos sinistros com vítimas no Recife. A metodologia inclui dados de sinistros de trânsito, frota de veículos e início da operação do Uber Moto, analisando as suas estatísticas descritivas e modelos de regressão linear múltipla, para compreender as relações entre as variáveis. A análise do percentual de sinistros por tipo de veículo apontou para mudanças na composição dos veículos envolvidos, com motocicletas predominando a partir de março de 2020. O modelo estatístico utilizado indicou que as variáveis de motocicletas, a razão entre automóveis e motocicletas e o percentual de automóveis envolvidos influenciam significativamente nos sinistros. Entretanto, a variável, presença de aplicativos de mobilidade por motocicleta, não obteve significância estatística, indicando a necessidade de mais estudos ou uma série mais longa para analisa-la. Os resultados destacaram a importância de estratégias diferenciadas de acordo com os tipos de veículos e forneceram subsídios para políticas de segurança no trânsito.

1. Introdução

A segurança viária têm sido cada vez mais uma pauta relevante. A Organização Mundial da Saúde (OMS) promove a Década de Ação pela Segurança Viária, que tem como principal meta a redução das mortes e lesões no trânsito em 50% até 2030. Para isso, o Plano Global dessa ação promove a abordagem de sistemas seguros, em que a gestão da segurança acontece por meio dos pilares, usuário, veículo e vias seguros e a resposta efetiva pós-sinistro, e atuação por meio da legislação, fiscalização, instrução e tecnologias. Compreendendo essas ferramentas de gestão e com auxílio das metas estabelecidas, pretende-se uma melhoria efetiva na segurança viária durante essa década (OMS, 2021).

Entretanto, vale destacar que os sinistros viários envolvem desafios à sociedade, sobretudo para países em desenvolvimento. No que diz respeito às características dos sinistros na nona capital mais populosa do Brasil, a cidade do Recife-PE, apresentados pelo Relatório Anual de Segurança Viária Recife 2020, dentre outros resultados para os anos 2017 a 2020, obteve-se que os ocupantes de motocicletas foram os que mais foram vítimas feridas nos sinistros ocorridos (CTTU, 2022). Portanto, os sinistros que envolvem motocicletas devem ser melhor analisados, pois se relacionam com uma maior gravidade e são associados a fatores de risco como velocidade incompatível, pouco uso de equipamentos de segurança, maior exposição do condutor a situações de risco, consumo de álcool e idade do condutor (SANTOS *et al.*, 2023).

Os estudos a respeito da relação entre o tipo do veículo e os sinistros de trânsito ressaltam a relevância das motocicletas para essas análises, apontando a eficácia de treinamentos para motociclistas, de modo a reduzir os indicadores dos sinistros. Destaca-se a importância principalmente para as empresas que possuem motociclistas em seu quadro de funcionários, de buscar estratégias para prevenir ocorrência de condução sob influência de álcool e drogas, privação de sono e fadiga (Wali *et al.*, 2018). Porém, além de medidas de controle e redução dos comportamentos de risco dos motociclistas, são necessárias medidas para reduzir os limites de velocidade, o que de maneira intuitiva pode contribuir para a diminuição do número e da gravidade dos sinistros (Wassen, *et al.*, 2019).

Outro fator relevante a considerar, é a presença dos serviços relacionados aos aplicativos de entregas por motocicletas e o aumento da frota dessa frota. Diversos trabalhos vêm investigando a relação entre o crescente uso das motocicletas, com um destaque para a relação dessas viagens com o uso do celular, sob a perspectiva dos sinistros, uma vez que muitos motociclistas utilizam o *smartphone* enquanto conduzem o veículo. Os condutores de passageiros apresentaram maior probabilidade de se envolverem em sinistros relacionados ao uso desses aparelhos. As viagens de

entrega eram associadas ao aumento nos sinistros, enquanto as de passageiros associavam-se a diminuição das ocorrências (Truong & Nguyen, 2019).

Nesse sentido, tornam-se relevantes estudos que analisem o impacto da utilização dessas ferramentas e o aumento da frota de motocicletas, nos sinistros de trânsito. Portanto, este trabalho tem como objetivo analisar a influência da presença de aplicativos de transporte de passageiros que utilizam as motocicletas e o aumento da frota desse mesmo veículo na ocorrência de sinistros com vítimas na cidade do Recife. Parte-se da hipótese de que o aumento da frota de motocicletas e o uso de aplicativos de mobilidade resultaram na intensificação da ocorrência de sinistros envolvendo motocicletas com registro de vítimas.

Para alcançar esses objetivos serão utilizados os dados de sinistros de trânsito disponibilizados pela Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano (CTTU), órgão responsável pelo monitoramento, controle e fiscalização do trânsito e transporte no Recife, que conta com os dados coletados em campo, dos sinistros ocorridos entre 2015 a 2022 (CTTU, 2023). Com essas informações, pretende-se verificar a variação desses sinistros ao longo do tempo como também, a análise de fatores influentes nos sinistros, por meio de modelos de regressão linear.

2. Revisão da literatura

A cidade do Recife, nona metrópole mais populosa do país, tem uma população de 1.488.920 habitantes distribuída em 218,843 km^2 (IBGE, 2022). Apresenta diversos problemas estruturais, principalmente no que diz respeito às disputas pelo uso do solo, que se destaca pela presença de fortes desigualdades sociais, com uma população pobre concentrada em áreas de morro, mangues e encostas, com muitas Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), com precariedades estruturais e elevado adensamento populacional (Gondim & Lima, 2021). Nesse contexto se insere um sistema de circulação que reflete parte dessas desigualdades e reproduz algumas dessas características, com o elevado número de sinistros, principalmente os que envolvem motocicletas.

A frota de motocicletas em todo o mundo tem aumentado ao longo do tempo. Representam meio de transportes de muitas pessoas para finalidades distintas. A presença das motocicletas tem apresentado um aumento considerável ao longo do tempo, principalmente nos países de média e baixa renda, devido ao fato de serem compactas, mais ágeis, mais acessíveis sob o ponto de vista financeiro e fáceis de transitar em regiões congestionadas (Ospina-Mateus *et al.*, 2018). Desse modo,

destacam-se como um veículo utilizado por pessoas com menor poder aquisitivo, que utilizam as motocicletas para obter sua renda ou para chegar ao seu trabalho.

O surgimento dos serviços de *ridesourcing* (carona remunerada), em que os aplicativos de mobilidade emergiram nos grandes centros, funcionando enquanto atividade econômica tem contribuído para o aumento da frota de motocicletas. Esse serviço se assemelha ao serviço de moto-táxi, que adicionalmente está relacionado ao uso de celular, enquanto conduz a motocicleta, acrescentando um fator de risco à condução (Truong & Nguyen, 2019). Outros estudos indicam que enviar mensagens de texto enquanto dirige é um comportamento perigoso e muito comum entre motociclistas. Mesmo em países em que se proíbe esse tipo de prática, como na Indonésia, esse comportamento ainda é presente (Irawan et al., 2023).

Alguns trabalhos também buscam averiguar as causas relacionadas aos sinistros que envolvem motociclistas. Santos (2017) averiguou a influência da sobrecarga de trabalho e comportamentos de risco no trânsito de motociclistas em sinistros de trânsito no Recife, identificando uma forte relação entre os sinistros e a sobrecarga de trabalho que levava à adoção de comportamentos de risco. Esses comportamentos são mais presentes em pessoas que utilizam a motocicleta como meio para prestação de serviços, como é o caso dos entregadores e moto-taxistas, devido à necessidade constante de mais viagens e entregas rápidas, aumentando a sobrecarga de trabalho.

As pesquisas em sinistros de trânsito analisam diversos aspectos que podem ajudar a compreendê-lo melhor. Wassen *et al.* (2019) estudou os sinistros envolvendo motocicletas e para isso analisou gravidade do sinistro verificando a influência: das condições meteorológicas, horário, características da via, limites de velocidade, fatores sociodemográficos, características do condutor e do sinistro. O estudo que concluiu que as lesões mais graves estariam relacionadas a pilotos mais jovens e de meia idade (entre 25 e 50 anos), condutores sem escolaridade, em vias com limite de velocidade de 70 km/h ou superior, com as condições climáticas secas, nas primeiras horas da manhã ou final da tarde e/ou primeiras horas da noite.

3. Metodologia

A base de dados utilizada foi a de sinistros de trânsito registrados pelos agentes da Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife, CTTU (2023). Os sinistros são organizados por tipo de veículo envolvido, gravidade do sinistro, localização, entre outros. Para complementar a análise a respeito da influência dos diferentes tipos de veículo sobre os sinistros, foram utilizados dados do Ministério dos Transportes (2023) sobre a frota de veículos nos municípios brasileiros e para compreender a influência

dos aplicativos de mobilidade, a data de início da operação do serviço Uber Moto no Recife, de acordo com Soares (2021). Os dados foram tratados a grupados por mês, entre junho de 2015 e dezembro de 2022.

Com essa base de dados, foi realizada uma verificação das estatísticas descritivas dos sinistros de trânsito no Recife, buscando compreender o número de sinistros ao longo do tempo, a presença dos dois tipos de veículos mais envolvidos em sinistros de trânsito, a variação mensal da frota de automóveis e motocicletas, a variação acumulada dessa frota, no período de estudo selecionado e o índice de sinistros por 100.000 veículos da frota daquele tipo de veículo, para compreender proporcionalmente a relação desses sinistros com sua frota.

Os dados foram inseridos em um modelo de Regressão Linear Múltipla, que buscou compreender a influência das variáveis preditoras, sobre a variável resposta. Para os modelos, a variável dependente foi Vítimas. No primeiro modelo utilizou-se as variáveis independentes (Moto, FtAuto, FtMoto, VarAuto, VarMoto, UberMot, AutoMoto, PerAuto, PerMoto) detalhadas na Tabela 1. Após identificar as variáveis que apresentaram significância estatística, no segundo modelo foram utilizadas as variáveis resposta (Moto, AutoMoto e PerAuto).

Tabela 1: Variáveis utilizadas

Variável	Descrição	Fonte
Vítimas	Número de vítimas	CTTU
Moto	Motocicletas envolvidas em sinistros de trânsito	
FtAuto	Frota total de automóveis	Ministério dos Transportes
FtMoto	Frota total de motocicletas	
VarAuto	Variação mensal da frota de automóveis	
VarMoto	Variação mensal da frota de motocicletas	
UberMot	Efeito individual da presença do Uber Moto	JCNE
AutoMoto	Razão de sinistros envolvendo automóveis sobre sinistros com motocicletas	CTTU
PerAuto	Percentual de automóveis com relação ao total de veículos	
PerMoto	Percentual de motocicletas com relação ao total de veículos	

4. Resultados e discussão

Analisando a série total de sinistros de trânsito no Recife, de acordo com a Figura 1, é possível observar uma redução na ocorrência dos sinistros de trânsito com vítimas no período inicial da pandemia de COVID-19, a partir de março de 2020, mas com um retorno aos patamares de antes, a partir de julho de 2020. As oscilações ao longo do tempo indicam a sazonalidade dos dados. A redução verificada nesse período pandêmico também foi verificada em diversas partes do mundo, como em Sekadakis

et al. (2021). A Figura 2 mostra o gráfico do percentual de cada veículo envolvido em sinistro de trânsito com relação ao total de acidentes.

Figura 1: Gráfico da série do total de sinistros de trânsito com vítimas no Recife

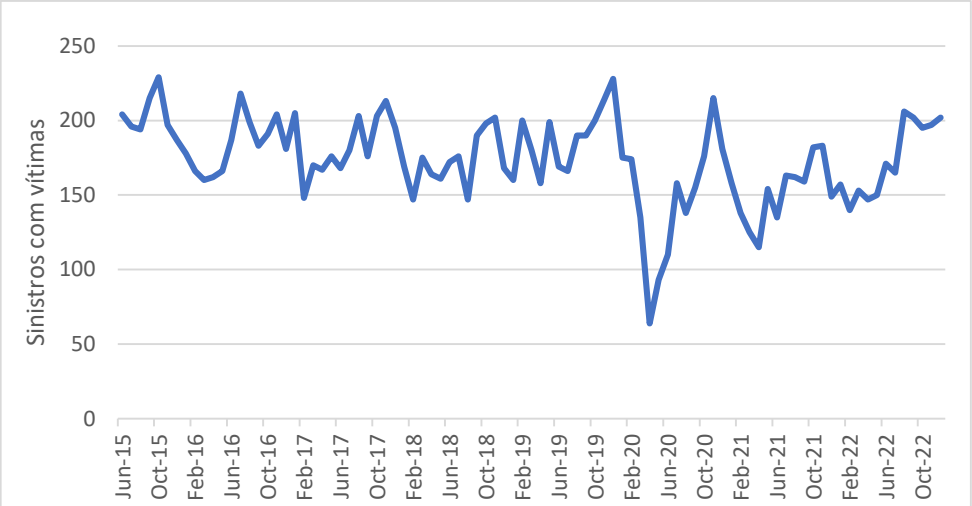
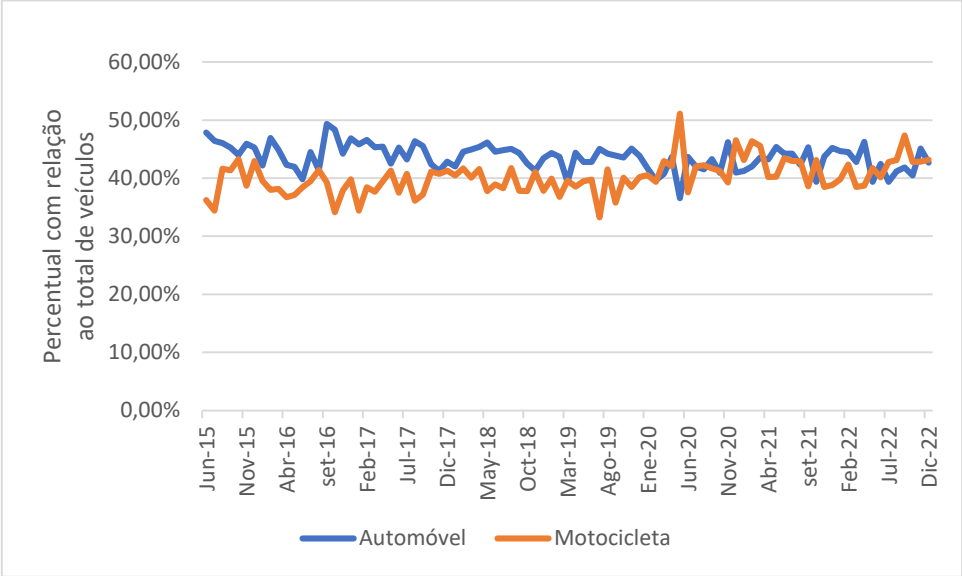


Figura 2: Gráfico do percentual por tipo de veículo em sinistros de trânsito no Recife

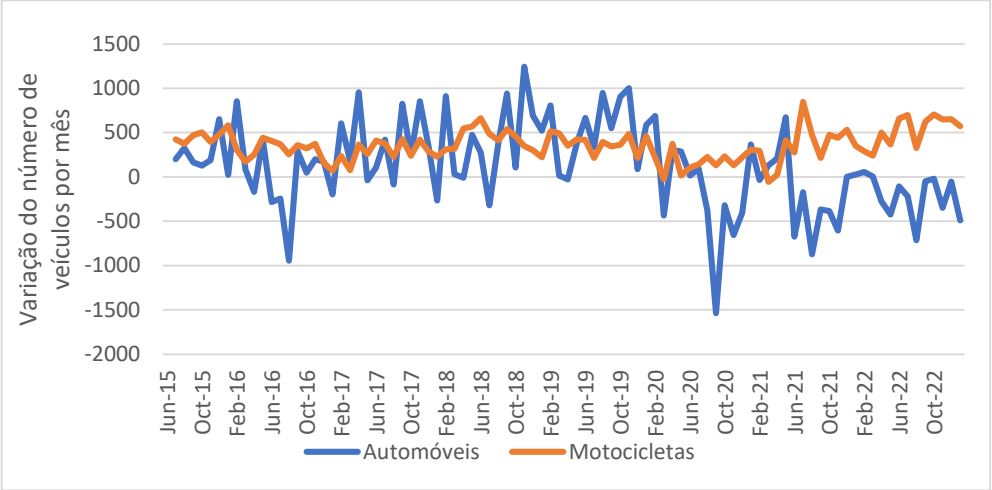


Foi possível observar uma mudança no percentual de veículos envolvidos em sinistros de trânsito com vítimas ao longo do tempo, com relação ao número total de veículos. Nos registros entre junho de 2015 e fevereiro de 2020, o percentual de automóveis foi maior que o percentual de motocicletas envolvidas nos sinistros. A partir de março de 2020, a presença das motocicletas nos sinistros se acentua, predominando em alguns meses até dezembro de 2022.

Torna-se fundamental, relacionar os dados de sinistros com a frota dos veículos presentes na Cidade do Recife. Para isso, analisando sob o ponto de vista do número

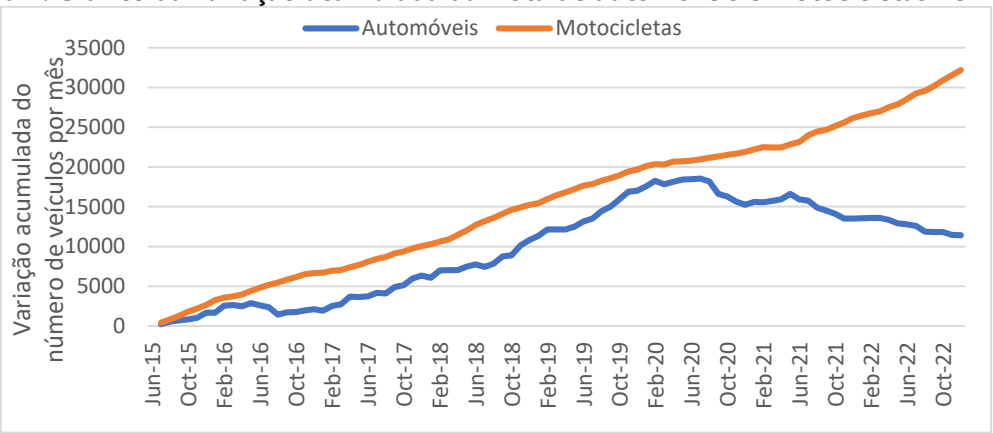
total de veículos, os automóveis predominam. Em dezembro de 2022, o número de automóveis era 394.849 e de 163.429 motocicletas (Ministério dos Transportes, 2023) Porém, torna-se válido analisar a variabilidade da frota para cada mês, de acordo com a Figura 3.

Figura 3: Gráfico da variação mensal da frota de automóveis e motocicletas no Recife



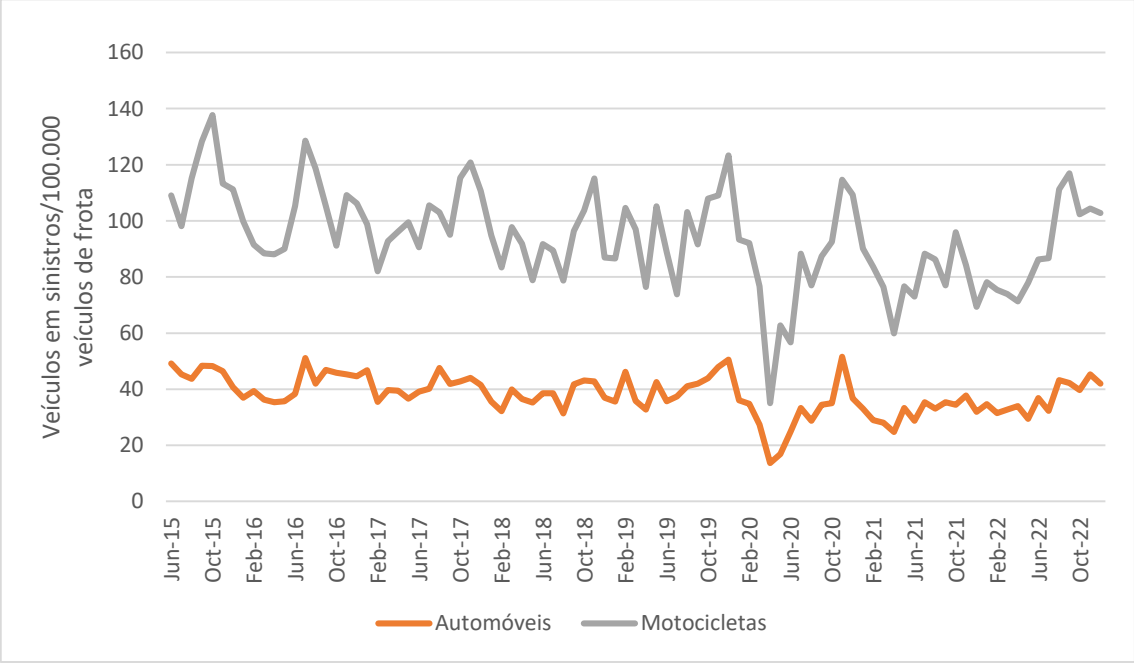
A variação mensal da frota de automóveis e motocicletas demonstra uma variabilidade maior na frota de automóveis, com alguns pontos negativos de redução de frota, enquanto, para os dados de motocicletas, a tendência mostra-se mais positiva ao longo do tempo, ficando maior que a variação no número de motocicletas. A variação mensal acumulada, da Figura 4, que indica a soma das variações mensais ao longo do tempo, demonstra que o aumento registado para os dois tipos de veículo ocorreu de forma distinta, com uma tendência de queda em alguns pontos para os automóveis e um crescimento positivo para as motocicletas, mesmo não predominando em números totais.

Figura 4: Gráfico da variação acumulada da frota de automóveis e motocicletas no Recife



Analisando os veículos envolvidos nos sinistros em função da frota de automóveis e motocicletas, é possível verificar o índice de sinistros mensais a cada 100.000 veículos da frota, compreendendo dentre os dois tipos de veículo analisados, qual deles apresenta maior índice de sinistros por veículos. De acordo com a Figura 5, a seguir o índice de motocicletas predomina sobre as ocorrências envolvendo automóveis, em toda a série, mesmo a frota total de motocicletas sendo menor que a frota de automóveis. Proporcionalmente as motocicletas apresentam cerca de 2,5 vezes mais chances de se envolverem em sinistros de trânsito do que os automóveis.

Figura 5: Gráfico do índice de veículos envolvidos em sinistros de trânsito por 100.000 veículos da frota



Os resultados do primeiro modelo apresentaram significância estatística a um nível de 5%, em três variáveis que foram selecionadas: Moto (Motocicletas envolvidas em sinistros de trânsito), AutoMoto (razão entre automóveis e motocicletas em sinistros) e PerAuto (percentual de automóveis envolvidos em sinistros de trânsito com relação aos outros veículos), com R^2 igual a 0,9462. As demais variáveis preditoras, a respeito da frota de veículos e da presença de aplicativos de mobilidade por motocicleta (Uber Moto) não apresentaram significância estatística. A respeito da presença dos aplicativos, também foi observada a presença de um sinal inconsistente com o esperado, o que pode ser explicado devido aos poucos dados da série utilizada e a influência do período de pandemia sobre os dados de sinistros. O segundo modelo, apenas com as variáveis significativas apresentou os resultados, da Tabela 2.

Tabela 2: Resultados Regressão Linear

Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Valor t	p-valor	Vif
Intercepto	-11.80060	21.40459	-0.551	0.583	---
Moto	1.44910	0.04019	36.055	<2e-16	1.035295
AutoMoto	180.99552	13.90796	13.014	<2e-16	3.186285
PerAuto	-412.61487	71.84699	-5.743	1.34e-07	3.124149

Além disso, os resultados indicaram que o R^2 de 0.9409 indicou que 94,09% da variância é explicada pelas variáveis do modelo, a estatística F foi de 416.7, com um valor p muito baixo (<2.2e-16), o que sugere que o modelo é globalmente significativo. Os resultados da Tabela 2 apresentam as variáveis significativas no modelo mais bem ajustado, que obtiveram p-valores que indicaram para a significância estatística a um nível de 5%, com VIF abaixo de 5, o que demonstra que não há colinearidade significativa para as variáveis em questão.

O coeficiente para a variável Moto, que representa as motocicletas envolvidas em sinistros mostrou que o aumento em uma motocicleta envolvida em sinistro representa um aumento em 1,4491 vítimas mensais, ou mesmo, um aumento em 100 motocicletas envolvidas em sinistros representa um aumento de 145 vítimas mensais. A variável AutoMoto, que representa a razão entre sinistros com automóveis sobre sinistros envolvendo motocicletas, indicou que o aumento de 0,1 ponto nessa razão, que representa uma maior presença dos automóveis com relação às motocicletas, representa um crescimento de 18,1 vítimas de sinistros de trânsito. A variável percentual de automóveis, que representa o percentual de automóveis com relação aos outros veículos indicou proporcionalmente um aumento de 1% no percentual de automóveis no total de veículos envolvidos representaria uma redução em 4,1 vítimas de sinistros de trânsito.

5. Considerações finais

O presente estudo buscou analisar os sinistros de trânsito com vítimas na cidade do Recife, destacando a relação desses eventos com a composição da frota de veículos. A análise dos sinistros com vítimas revelou uma redução temporária nos sinistros durante os primeiros meses da pandemia, corroborando com achados semelhantes em outras partes do mundo. Contudo, observou-se um retorno aos níveis anteriores a partir de julho de 2020, evidenciando a complexidade e a sazonalidade dos dados relacionados aos sinistros de trânsito.

A mudança no percentual de veículos envolvidos em sinistros, com motocicletas predominando a partir de março de 2020, destaca a importância de considerar não apenas o número absoluto de veículos, mas também a sua distribuição relativa. No que

diz respeito a variação mensal da frota de automóveis e motocicletas, identificou-se uma maior variabilidade nos automóveis, sugerindo dinâmicas distintas entre esses dois tipos de veículos. A predominância da variação positiva ao longo do tempo para as motocicletas destaca a necessidade de políticas e estratégias específicas para lidar com esse segmento da frota.

O cálculo do índice de veículos envolvidos em sinistros por 100.000 veículos da frota revelou que, proporcionalmente, as motocicletas apresentam maior probabilidade de se envolverem em sinistros de trânsito, mesmo com uma frota total inferior em números absolutos. Essa constatação ressalta a importância de abordagens diferenciadas para os diferentes tipos de veículos no contexto das políticas de segurança no trânsito.

A aplicação de modelos estatísticos proporcionou, compreender que as variáveis Moto, AutoMoto e PerAuto apresentaram significância estatística e contribuíram substancialmente para explicar a variação nos sinistros de trânsito com vítimas. Os coeficientes associados a essas variáveis indicaram que: a presença de mais motocicletas poderá contribuir substancialmente para a quantidade de vítimas; a razão entre automóveis e motocicletas indicou que se essa relação aumentar os conflitos no trânsito também tendem a se intensificar, devido ao grande número de sinistros envolvendo esses dois veículos; o percentual de automóveis leva à compreensão de que os número de vítimas pode ser reduzidos se o percentual de automóveis aumentar, pois implicaria na redução da presença das motocicletas. Em contrapartida, as variáveis relacionadas a frota e presença dos serviços de entrega não apresentaram significância, o que indica a necessidade de aprimorar modelos em vistas a compreender melhor essas relações.

Em suma, os resultados deste estudo oferecem contribuições importantes para a compreensão dos padrões de sinistros de trânsito no Recife, fornecendo subsídios para o desenvolvimento de políticas mais eficazes de segurança no trânsito. As descobertas destacam a necessidade de abordagens específicas para diferentes tipos de veículos, considerando não apenas os números absolutos, mas também as distribuições relativas. Além disso, os modelos estatísticos utilizados permitiram compreender potenciais áreas de foco para intervenções e medidas preventivas. Outros estudos podem se aprofundar nas características dos sinistros com motocicletas, a medida que avaliem a influência desses fatores e se aprofundem em outras metodologias para buscar compreender essas relações e as características como frota e presença dos aplicativos.

6. Referências bibliográficas

AUTARQUIA DE TRÂNSITO E TRANSPORTE URBANO – CTTU (2022). Relatório Anual de Segurança Viária Recife 2020. Recife. Disponível em: <https://cttu.recife.pe.gov.br/relatorio-anual-de-seguranca-viaria>. Acesso em: 21 de setembro de 2023.

AUTARQUIA DE TRÂNSITO E TRANSPORTE URBANO - CTTU (2023). Dados Recife – Acidentes de Trânsito com e sem vítimas 2015 a 2022. Disponível em: <http://dados.recife.pe.gov.br/dataset/acidentes-de-transito-com-e-sem-vitimas> Acesso em: 23 set. 2023.

GONDIM, J. V. S.; LIMA, R. M. C. de (2021) A (Re) Produção Desigual do Espaço Urbano: Aportes para uma Reflexão Contemporânea da Relação Habitação, Desigualdades e Pobreza na Cidade do Recife-PE. In: X Jornada Internacional de Políticas Públicas.

IBGE (2022). Portal Cidades Brasil, Recife- PE. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/panorama. Acesso em 02 de janeiro de 2024.

Irawan, M. Z., Dharmowijoyo, D. B. E., Waluyo, T. A., & Widiastuti, N. O. (2023). Responding to customers while driving: Predictors of intention to text among motorcycle-based ride-hailing drivers. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 21, 100869. https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100869

Ministério dos Transportes. Estatísticas - Frota de Veículos - SENATRAN. (2023) Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/conteudo-Senatran/estatisticas-frota-de-veiculos-senatran. Acesso em: 15 de dezembro de 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS (2021). Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2021-2030. Genebra. Disponível em: <https://www.who.int/pt/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>. Acesso em: 23 de setembro de 2023.

OSPINA-MATEUS, H., QUINTANA JIMÉNEZ, L. A., LOPEZ-VALDES, F. J., & SALAS-NAVARRO, K. (2019). Bibliometric analysis in motorcycle accident research: A global overview. Scientometrics, 121(2), 793–815. https://doi.org/10.1007/s11192-019-03234-5

SANTOS, K., FIRME, B., DIAS, J. P. & AMADO, C. (2023) Analysis of Motorcycle Accident Injury Severity and Performance Comparison of Machine Learning Algorithms. Transportation Research Record. DOI:10.1177/03611981231172507.

SANTOS, W. J. dos. (2017). Sobrecarga de Trabalho e Comportamentos de Risco no Trânsito de Motociclistas Acidentados. 83 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

SEKADAKIS, M., KATRAKAZAS, C., MICHELARAKI, E., KEHAGIA, F., & YANNIS, G. (2021). Analysis of the impact of COVID-19 on collisions, fatalities and injuries using time series forecasting: The case of Greece. Accident Analysis & Prevention, 162, 106391. https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106391

SOARES, R. Uber Moto já está operando no Recife, apesar de a prefeitura dizer ser ilegal. (2021) Disponível em: <https://jc.ne10.uol.com.br/colunas/mobilidade/2021/05/12127070-uber-moto-ja-esta-operando-no-recife-apesar-de-a-prefeitura-dizer-ser-ilegal.html>. Acesso em: 30 dez. 2023.

TRUONG, L. T. & NGUYEN, H. T.T. (2019) Mobile phone related crashes among motorcycle taxi drivers. Accident Analysis & Prevention, vol. 132, 105288.

WALI, B.; KHATTAK, A. J.; KHATTAK, A. J. (2018). A heterogeneity based case-control analysis of motorcyclist's injury crashes: Evidence from motorcycle crash causation study. Accident Analysis & Prevention, v. 119, p. 202–214.

WASEEM, M.; AHMED, A.; SAEED, T. U. (2019) Factors affecting motorcyclists' injury severities: An empirical assessment using random parameters logit model with heterogeneity in means and variances. Accident Analysis & Prevention, v. 123, p. 12–19.

INSTRUMENTOS JURÍDICOS DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE SEGURANÇA VIÁRIA NA REGIÃO DAS AMÉRICAS

Luiz Otávio Maciel Miranda
Ministério da Saúde, Brasília, Brasil. luizm.miranda@saude.gov.br

Ranielle de Paula Silva
Ministério da Saúde, Brasília, Brasil. ranielle.silva@saude.gov.br

Roberto Victor Pavarino Filho
Organização Pan-Americana da Saúde, Brasília, Brasil. pavarinor@paho.org

RESUMO

A Organização das Nações Unidas, por meio da Resolução A/RES/74/299, de 31 de agosto de 2020, da Assembleia Geral, recomenda que os Estados-Membros se tornem Partes Contratantes dos seguintes instrumentos jurídicos das Nações Unidas sobre segurança viária: Convenção de Genebra sobre Trânsito Viário de 1949 (1949 CRT); Convenção de Viena sobre Trânsito Viário de 1968 (1968 CRT); Convenção de Viena sobre Sinalização Viária de 1968 (1968 CRSS); Acordos de 1958 e 1998 sobre Regulamentação Técnica de Veículos (1958 ATRV e 1998 AGTR); Acordo de 1997 sobre Inspeção Técnica Periódica de Veículos (1997 ATIV); e Acordo de 1957 sobre Transporte de Produtos Perigosos (1957 ADR).

O objetivo deste estudo é identificar os países da Região das Américas que são Partes Contratantes dos instrumentos jurídicos das Nações Unidas sobre segurança viária. Do total de 35 países da Região das Américas, as Partes Contratantes, por instrumento jurídico, são: 1949 CRT = 15 (Argentina, Barbados, Canadá, Chile, Cuba, Equador, Estados Unidos, Guatemala, Haiti, Jamaica, Paraguai, Peru, República Dominicana, Trinidad e Tobago e Venezuela); 1968 CRT = 7 (Bahamas, Brasil, Cuba, Guiana, Honduras, Peru e Uruguai); 1968 CRSS = 3 (Chile, Cuba e Guiana); 1958 ATVR = 0; 1998 AGTR = 2 (Canadá e Estados Unidos); 1997 ATIV = 0; 1957 ADR = 0.

A adesão aos instrumentos jurídicos das Nações Unidas sobre segurança viária é necessária para promover e facilitar o trânsito rodoviário internacional na Região das Américas, contribuindo para a melhoria da segurança viária.

1. Introdução

As lesões no trânsito rodoviário resultam em 1,19 milhão de mortes por ano (World Health Organization [WHO], 2023). Desse total, 93% ocorrem nos países de baixa e média renda, que respondem por 85% da população global e 60% de todos os veículos. Pedestres, ciclistas e motociclistas representam 53% das mortes no trânsito em todo o mundo. As lesões no trânsito são a principal causa de morte na faixa etária de 15 a 29 anos e resultam em cerca de 50 milhões de feridos (WHO, 2023), produzindo um impacto imensurável nas famílias afetadas.

Na Região das Américas, de acordo com a Pan American Health Organization (PAHO) (2019), foram registrados 154.997 óbitos no trânsito, representando 11% do total global. As lesões no trânsito são a segunda causa de morte na faixa etária de 15 a 29 anos e os principais grupos de vítimas são: motociclistas (23%), pedestres (22%) e ciclistas (3%) (PAHO, 2019).

Reconhecendo a dimensão da problemática, a Organização das Nações Unidas (ONU), por meio da Assembleia Geral, recomenda que os Estados-Membros se tornem Partes Contratantes dos seguintes instrumentos jurídicos das Nações Unidas sobre segurança viária: Convenção de Genebra sobre Trânsito Viário de 1949; Convenção de Viena sobre Trânsito Viário de 1968; Convenção de Viena sobre Sinalização Viária de 1968; Acordos de 1958 e 1998 sobre Regulamentação Técnica de Veículos; Acordo de 1997 sobre Inspeção Técnica Periódica de Veículos; Acordo de 1957 sobre Transporte de Produtos Perigosos, e apliquem, implementem e promovam as suas disposições (United Nations, 2020a);

Os instrumentos jurídicos das Nações Unidas sobre segurança viária fornecem dispositivos consistentes para orientar a definição, implementação e revisão da legislação de trânsito, das normas de segurança veicular, do transporte de passageiros e cargas, nos Estados-Membros, facilitando o trânsito rodoviário internacional e promovendo a melhoria da segurança viária.

2. Objetivo

Identificar os países da Região das Américas que são Partes Contratantes dos instrumentos jurídicos das Nações Unidas sobre segurança viária, a partir do levantamento dos registros da Seção de Tratados da ONU e das informações e documentos de referência da Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UNECE).

3. Instrumentos jurídicos das nações unidas sobre segurança viária

3.1. Antecedentes

O primeiro instrumento jurídico sobre segurança viária, em nível global, foi a Convenção Internacional sobre Circulação de Veículos Motorizados, assinada em Paris no dia 11 de abril de 1909. Também em Paris, foram assinadas, em 24 de abril de 1926, a Convenção Internacional sobre Circulação de Veículos Automotores e a Convenção Internacional sobre Trânsito Rodoviário. Esses tratados, de acordo com a Comissão Econômica da ONU para a Europa (UNECE) (2007) foram estabelecidos com o objetivo de aprimorar a Convenção de 1909.

A Convenção sobre a Unificação da Sinalização Viária, de 30 de março de 1931, assinada em Genebra (United Nations Treaty Collection [UNTC], 2024a), apresentou um sistema internacional de sinalização de trânsito com 26 sinais, distribuídos na forma circular (sinais de regulamentação), triangular (sinais de perigo) e retangular (sinais de indicação) (UNTC, 2024a).

Na Região das Américas, a Convenção Interamericana sobre o Trânsito Rodoviário, assinada em Washington no dia 15 de dezembro de 1943, foi estabelecida com o objetivo de facilitar a circulação de veículos nas rodovias dos territórios dos países que ratificaram o texto do tratado multilateral (Organization of American States, 2021).

A baixa implementação e efetividade das Convenções de 1909, 1926 e 1931, mobilizou a realização da Conferência das Nações Unidas sobre Trânsito e Transporte, em Genebra, de 23 de agosto a 19 de setembro de 1949, resultando na Convenção de Genebra sobre Trânsito Viário de 1949 e o Protocolo de Sinalização Viária de 1949 (UNECE, 2007).

Uma nova Conferência das Nações Unidas, realizada de 7 de outubro a 8 de novembro de 1968, em Viena, resultou na Convenção de Viena sobre Trânsito Viário e na Convenção de Viena sobre Sinalização Viária.

Em 1957, foi estabelecido o instrumento jurídico da ONU sobre segurança viária, referente ao transporte de produtos perigosos. Em 1958, na área de segurança veicular, a primeira iniciativa voltada para a fabricação de veículos resultou no Acordo relativo à adoção de prescrições técnicas uniformes para veículos, equipamentos e peças. Em seguida, foram os Acordos de 1997 e de 1998, que complementam o conjunto desses instrumentos jurídicos.

3.2. Gestão e coordenação dos instrumentos jurídicos

A Convenção de Genebra sobre Trânsito Viário de 1949, as Convenções de Viena sobre Trânsito Viário e de Sinalização Viária de 1968, os Acordos de 1958 e 1998 sobre Regulamentação Técnica de Veículos, o Acordo de 1997 sobre Inspeção Técnica Periódica de Veículos, e o Acordo de 1957 sobre Transporte de Produtos Perigosos, estão sob a responsabilidade e gestão do Comitê de Transportes Terrestres da UNECE (UNECE, 2024).

As Convenções de 1949 e de 1968 estão sob a coordenação do Global Forum for Road Traffic Safety (WP.1) (UNECE, 2024) e têm como objetivo favorecer o transporte e o trânsito internacional, mediante a harmonização de normas e, principalmente, o desenvolvimento de políticas de segurança viária voltadas para a redução de mortes e lesões no trânsito.

Os Acordos de 1958, 1997 e 1998, são coordenados pelo World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (WP.29), e o Acordo de 1957 está sob a gestão do Working Party on the Transport of Dangerous Goods (WP.15) (UNECE, 2024).

3.3. Participação de um Estado em um tratado multilateral

A primeira forma de participação de um Estado em um tratado multilateral é por meio da assinatura (sujeita à ratificação, aceitação, aprovação ou sucessão) aberta até uma data limite. Após essa data, a participação será por meio da adesão. A adesão tem o mesmo efeito legal que a ratificação, aceitação ou aprovação (UNTC, 2013).

Alguns tratados multilaterais estabelecem que um Estado, após a assinatura, pode expressar seu consentimento para ser legalmente vinculado a eles por meio da assinatura definitiva. Um exemplo de tratado, é o Acordo de 1997 sobre Inspeção Técnica Periódica de Veículos.

Com a ratificação da assinatura, o Estado estabelece no plano internacional o seu consentimento em obrigar-se por um tratado, como Parte Contratante. Esse consentimento também pode ser manifestado por meio da aceitação ou aprovação.

A sucessão significa a substituição de uma Parte Contratante por outra na responsabilidade das relações internacionais em um tratado multilateral. Um Estado que se torne independente poderá, mediante sucessão, constituir-se como Parte Contratante em qualquer tratado multilateral (UNTC, 2024b).

Um Estado, ao assinar, ratificar, aceitar ou aderir a um tratado multilateral, poderá apresentar declarações ou reservas a determinados pontos desse tratado. Contudo, um tratado pode não permitir reserva, dentre as quais está a reserva apresentada pelo Estado.

Para se tornar Parte Contratante, o Estado deverá encaminhar ao Secretário-Geral da ONU a solicitação assinada pelo Chefe de Estado, Chefe de Governo ou Ministro das Relações Exteriores. O Secretário-Geral da ONU, na qualidade de depositário dos tratados multilaterais, expedirá uma Notificação Depositária, enviada ao Estado-membro requerente e a todas as Partes Contratantes do tratado objeto de ratificação ou adesão pelo solicitante.

3.4. Convenção de Genebra sobre Trânsito Viário de 1949

A Convenção de Genebra sobre Trânsito Viário de 1949, foi aberta para assinatura durante a Conferência das Nações Unidas sobre Trânsito e Transporte Motorizado, realizada de 26 de agosto a 19 de setembro de 1949. O texto recebeu 19 assinaturas e entrou em vigor no dia 26 de março de 1952. Atualmente conta com 102 Partes Contratantes (UNTC, 2024c).

Dos 19 países que assinaram, 18 (94,7%) ratificaram essa assinatura e se tornaram Partes Contratantes. Estados Unidos foi o primeiro Estado-Membro a ratificar a Convenção de Genebra sobre Trânsito Viário de 1949, em 30 de agosto de 1950. O único país que não ratificou a assinatura na Convenção de 1949, foi a Suíça (United Nations, 2024c).

A Tabela 1 contém os países da Região das Américas que são Partes Contratantes da Convenção de 1949.

Tabela 1 – Partes Contratantes da Convenção de Genebra sobre Trânsito Viário de 1949. Regiões das Américas, 2024.

	País	Assinatura	Ratificação	Adesão	Sucessão
1.	Argentina			25/11/1960	
2.	Barbados				05/03/1971
3.	Canadá			23/12/1965	
4.	Chile			10/08/1960	
5.	Cuba			01/10/1952	
6.	Equador			26/09/1962	
7.	Estados Unidos	19/09/1949	30/08/1950		
8.	Guatemala			10/01/1962	
9.	Haiti			12/02/1958	
10.	Jamaica				09/08/1963
11.	Paraguai			18/10/1965	
12.	Perú			09/07/1957	
13.	República Dominicana	19/09/1949	15/08/1957		
14.	Trinidad e Tobago			08/07/1964	
15.	Venezuela			11/05/1962	

Fonte: Adaptado de United Nations (2024c); Referência: 02/01/2024

A Convenção de Genebra sobre Trânsito Viário de 1949 está estruturada em 7 Capítulos, 35 Artigos e 10 Anexos (United Nations, 2024c):

a) Capítulos: Capítulo I – Generalidades; Capítulo II – Regras aplicáveis ao trânsito viário; Capítulo III – Sinalização; Capítulo IV – Condições aplicáveis a veículos automotores e reboques em circulação internacional; Capítulo V – Condutores de veículos automotores em circulação internacional; Capítulo VI – Condições aplicáveis aos ciclos em circulação internacional; e Capítulo VII – Disposições finais.

b) Anexos: Anexo 1 – Disposição adicional relativa às definições de veículo automotor e ciclo; Anexo 2 – Prioridade de passagem; Anexo 3 – Número de registro de veículos motorizados em circulação internacional; Anexo 4 – Signo distintivo de veículos motorizados e reboques em circulação internacional; Anexo 5 – Marcas de identificação de veículos motorizados em circulação internacional; Anexo 6 – Condições técnicas relativas a veículos automotores e reboques em circulação internacional; Anexo 7 – Dimensões e pesos de veículos automotores em circulação internacional; Anexo 8 – Condições a serem cumpridas pelos condutores de veículos automotores em circulação internacional; Anexo 9 – Modelo de permissão nacional para dirigir; e Anexo 10 – Modelo de Permissão internacional para dirigir.

3.5. Convenção de Viena sobre Trânsito Viário de 1968

A Convenção de Viena sobre Trânsito Viário de 1968, foi apresentada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Segurança Viária, realizada no dia 7 de novembro de 1968, ficando aberta para assinatura, de 8 de novembro de 1968 a 31 de dezembro de 1969. Nesse período, o texto foi assinado por 36 Estados-Membros da ONU. O texto entrou em vigor no dia 21 de maio de 1977 e atualmente conta com 89 Partes Contratantes (United Nations, 2024c).

Dos 36 países que assinaram, 26 (72,2%) ratificaram a assinatura e se tornaram Partes Contratantes. San Marino, em 20 de julho de 1970, foi o primeiro Estado-Membro a ratificar a assinatura. A Tabela 2 contém os países da Região das Américas que são Partes Contratantes da Convenção de Viena sobre Trânsito Viário de 1968.

Tabela 2 – Partes Contratantes da Convenção de Viena sobre Trânsito Viário de 1968. Regiões das Américas, 2024.

País	Assinatura	Ratificação	Adesão	Sucessão
1. Bahamas			14/05/1991	
2. Brasil	08/11/1968	29/10/1980		
3. Cuba			30/09/1977	
4. Guiana			31/01/1973	
5. Honduras			03/02/2020	
6. Perú			06/10/2006	
7. Uruguai			08/04/1981	

Fonte: Adaptado de United Nations (2024c); Referência: 02/01/2024

A Convenção de Viena sobre Trânsito Viário de 1968 está estruturada em 6 Capítulos, 59 Artigos, 7 Anexos, e 4 emendas (em 1993, 2006, 2016 e 2022) (United Nations, 2024c):

a) Capítulos: Capítulo I – Generalidades; Capítulo II – Regras aplicáveis ao trânsito viário; Capítulo III – Condições que devem ser atendidas pelos veículos automotores e reboques para serem admitidos em circulação internacional; Capítulo IV – Condutores de veículos automotores; Capítulo V – Condições que devem ser atendidas pelos ciclos e ciclomotores para serem admitidos em circulação internacional; Capítulo VI – Disposições finais

b) Anexos: Anexo 1 – Exceções à obrigação de admitir veículos motorizados e reboques em circulação internacional; Anexo 2 – Número de registro de veículos motorizados e reboques em circulação internacional; Anexo 3 – Signo distintivo de veículos motorizados e reboques em circulação internacional; Anexo 4 – Marcas de identificação de veículos motorizados e reboques no trânsito internacional; Anexo 5 –

Condições técnicas relativas a veículos automotores e reboques; Anexo 6 – Permissão nacional para dirigir; e Anexo 7 – Permissão internacional para dirigir

3.6. Convenção de Viena sobre Sinalização Viária de 1968

A Conferência das Nações Unidas sobre Segurança Viária, realizada em Viena, no dia 7 de novembro de 1968, aprovou a Convenção de Viena sobre Sinalização Viária de 1968. No período de 8 de novembro de 1968 a 31 de dezembro de 1969, a Convenção foi assinada por 35 países. O texto entrou em vigor no dia 6 de junho de 1978 e atualmente conta com 74 Partes Contratantes (United Nations, 2024c).
Dos 35 países que assinaram, 23 (65,7%) ratificaram a assinatura e se tornaram Partes Contratantes. San Marino, em 20 de julho de 1970, foi o primeiro Estado-Membro a ratificar a assinatura. A Tabela 2 contém os países da Região das Américas que são Partes Contratantes da Convenção de Viena sobre Sinalização Viária de 1968.

Tabela 3 – Partes Contratantes da Convenção de Viena sobre Sinalização Viária de 1968. Regiões das Américas, 2024.

	PAÍS	ASSINATURA	RATIFICAÇÃO	ADESÃO	SUCESSÃO
1.	Chile	08/11/1968	27/12/1974		
2.	Cuba			30/09/1977	
3.	Guiana			25/09/2008	

Fonte: Adaptado de United Nations (2024c); Referência: 02/01/2024

A Convenção de Viena sobre Sinalização Viária de 1968 tem por objetivo uniformizar em nível internacional os sinais, símbolos e marcas viárias para facilitar o trânsito nas vias terrestres e aumentar a segurança viária, e seu conteúdo está estruturado em 6 Capítulos, 51 Artigos, 3 Anexos e 2 emendas (em 1995 e 2006) (United Nations, 2024c):

a) Capítulos: Capítulo I – Generalidades; Capítulo II – Sinalização vertical; Capítulo III – Sinalização semafórica; Capítulo IV – Sinalização horizontal; Capítulo V – Outras sinalizações; e Capítulo VI – Disposições finais.

b) Anexos: Anexo 1 – Sinalização vertical; Anexo 2 – Sinalização horizontal; e Anexo 3 – Reprodução em cores dos sinais, símbolos e painéis mencionados no Anexo 1.

3.7. Acordos sobre Regulamentação Técnica de Veículos

3.7.1. Acordo relativo à adoção de prescrições técnicas uniformes para veículos, equipamentos e peças de 1958

O Acordo relativo à adoção de prescrições técnicas uniformes para veículos, equipamentos e peças, foi aberto para assinatura em 29 de março de 1958, sendo assinado por 4 países (Alemanha, Holanda, Hungria e Itália). O primeiro Estado-Membro foi a Suécia (21 de abril de 1959). O texto entrou em vigor no dia 20 de junho de 1959 e atualmente conta com 58 Partes Contratantes (United Nations, 2024c).

O Acordo de 1958 define o marco jurídico e administrativo que estabelece os Regulamentos da ONU. De acordo com o World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (WP.29) (2024a), são 167 Regulamentos que fazem parte como anexo do Acordo de 1958.

Os Regulamentos do Acordo de 1958 tratam de disposições padronizadas para veículos, seus sistemas, peças e equipamentos, aspectos ambientais e de segurança, bem como procedimentos administrativos para a concessão de homologações, conformidade de produção e o reconhecimento das homologações pelas Partes Contratantes (WP.29, 2024a).

3.7.2. Acordo sobre a adoção de condições uniformes para inspeções técnicas periódicas de veículos de 1997

O Acordo sobre a adoção de condições uniformes para inspeções técnicas periódicas de veículos, foi aberto para assinatura em 13 de novembro de 1997. O texto foi assinado por 23 Estados e apenas 6 ratificaram a assinatura. O primeiro Estado-Membro foi a Rússia, que ratificou a assinatura no dia 13 de novembro de 1997. O texto entrou em vigor no dia 27 de janeiro de 2001 e atualmente conta com 17 Partes Contratantes (United Nations, 2024c).

O Acordo de 1997 é composto de 13 artigos e 3 Anexos (Anexo 1 - Composição e regras de procedimento do comitê administrativo; Anexo 2 – Certificado internacional de inspeção técnica; e Anexo 3 – Conformidade do processo de inspeção técnica periódica (WP.29, 2024b).

3.7.3. Acordo sobre o estabelecimento de regulamentos técnicos globais para veículos, equipamentos e peças de 1998

O Acordo sobre o estabelecimento de regulamentos técnicos globais para veículos, equipamentos e peças, foi aberto para assinatura em 25 de junho de 1998, sendo assinado pela União Europeia e 4 países (África do Sul, Espanha, Estados Unidos e França). O primeiro Estado-Membro foi a Suécia (21 de abril de 1959). O texto entrou

em vigor no dia 25 de agosto de 2000 e atualmente conta com 39 Partes Contratantes (United Nations, 2024c). A Tabela 4 contém os países da Região das Américas que são Partes Contratantes do Acordo de 1998.

Tabela 4 – Partes Contratante do Acordo sobre o estabelecimento de regulamentos técnicos globais para veículos, equipamentos e peças de 1998. Regiões das Américas, 2024.

	País	Assinatura	Ratificação	Adesão	Sucessão
1.	Canadá			22/06/1999	
2.	Estados Unidos	25/06/1998	26/07/1999		

Fonte: Adaptado de United Nations (2024c); Referência: 02/01/2024

Os Regulamentos Técnicos Globais (atualmente 24 instrumentos) fazem parte do Acordo de 1998, e contêm os requisitos e procedimentos de testes globalmente harmonizados relacionados ao desempenho dos veículos e abrangem a aprovação dos aspectos relacionados ao meio ambiente e de segurança dos veículos, não exigindo reconhecimento mútuo de homologações ou certificações de veículos entre as Partes Contratantes (WP.29, 2024c).

3.8. Acordo sobre o Transporte Rodoviário Internacional de Produtos Perigosos de 1957

O Acordo sobre transporte rodoviário internacional de produtos perigosos, foi aberto para assinatura em 30 de setembro de 1957, e assinado por 9 Estados. O primeiro Estado-Membro foi a França, que ratificou a assinatura no dia 2 de fevereiro de 1960. O texto, que entrou em vigor no dia 29 de janeiro de 1968 e atualmente conta com 54 Partes Contratantes, é composto de 15 artigos e 2 Anexos (United Nations, 2024c).
a) Anexo A (Disposições gerais e disposições relativas a artigos e substâncias perigosas): Parte 1 – Disposições gerais; Parte 2 – Classificação; Parte 3 – Lista de produtos perigosos, disposições especiais e isenções relacionadas a quantidades limitadas e isentas; Parte 4 – Disposições sobre embalagens e tanques; Parte 5 – Procedimentos de consignação; Parte 6 – Requisitos para a construção e teste de embalagens, contêineres intermediários para granéis, embalagens grandes, tanques e contêineres para granéis; e Parte 7 – Disposições relativas às condições de transporte, carga, descarga e manuseio.

b) Anexo B (Disposições relativas ao equipamento de transporte e às operações de transporte): Parte 8 – Requisitos para as equipes, equipamentos, operação e documentação dos veículos; e Parte 9 – Requisitos relativos à construção e aprovação de veículos.

4. Discussão

Na Região das Américas, 20 países (57,1% do total de 35 países) são Partes Contratantes de pelo menos 1 de 4 instrumentos jurídicos das Nações Unidas sobre Segurança Viária (Convenção de Genebra sobre Trânsito Viário de 1949; Convenções de Viena de 1968, e Acordo de 1998). Esses 4 instrumentos representam 57,1% do total de 7 tratados recomendados pela ONU (United Nations, 2020), e estão assim distribuídos:

a) Convenção de Genebra sobre Trânsito Viário de 1949: 15 países (42,8%), 14,7% do total de Partes Contratantes em nível global.
b) Convenção de Viena sobre Trânsito Viário de 1968: 7 países (20,0%), 7,8% do total de Partes Contratantes em nível global.
c) Convenção de Viena sobre Sinalização Viária de 1968: 3 países (8,5%), 4,0% do total de Partes Contratantes em nível global.
d) Acordo de 1998: 2 países (5,7%). 5,1% do total de Partes Contratantes em nível global.

As Partes Contratantes em relação ao número de países da Região das Américas são: América do Norte (2 de 3 países); América Central (8 de 20 países) e América do Sul (9 de 12 países).

Os países que assinaram, porém não ratificaram o texto da Convenção de Viena sobre Trânsito Viário de 1968, são: Chile, Costa Rica, Equador, México e Venezuela (United Nations, 2024). Brasil, Costa Rica, Equador, México e Venezuela assinaram e ainda não ratificaram o texto da Convenção de Viena sobre Sinalização Viária de 1968 (United Nations, 2024c).

Antígua e Barbuda, Barbados, Belize, Bolívia, Colômbia, Dominica, El Salvador, Granada, Nicarágua, Panamá, Santa Lúcia, São Cristóvão e Nevis, São Vicente e Granadinas e Suriname, são países da Região das Américas que não assinaram ou fizeram adesão aos tratados das Nações Unidas sobre segurança viária (United Nations, 2024c).

Não foram identificados na Região das Américas, Partes Contratantes junto aos Acordos de 1957, 1958 e 1997. Com relação aos Acordos de 1958 e de 1998, na Região das Américas, Canadá e Estados Unidos são Partes Contratantes somente do Acordo de 1998.
Destaca-se que na Região das Américas, além de Canadá e Estados Unidos, 4 países (Argentina, Brasil, Colômbia e México) produzem veículos e não fazem parte do Acordo de 1958 ou do Acordo de 1998. De acordo com a International Organization of Motor

Vehicle Manufacturers (2024), esses 6 países produziram 20.160.401 veículos no ano de 2022, representando 21,8% da produção mundial (92.720.132 veículos).

O Acordo de 1957 (inicialmente denominado Acordo Europeu sobre o Transporte Rodoviário Internacional de Produtos Perigosos), passou a ser denominado Acordo sobre o Transporte Rodoviário Internacional de Produtos Perigosos de 1957, a partir de 1º de janeiro de 2021 (United Nations, 2020b). Embora a região das Américas não tenha Parte Contratante, o transporte de produtos perigosos segue as diretrizes do Acordo de 1957.

5. Considerações finais

A adesão aos instrumentos jurídicos das Nações Unidas sobre segurança viária é necessária para promover e facilitar o trânsito rodoviário internacional na Região das Américas, contribuindo para a melhoria da segurança viária.

Os formuladores de políticas, os governos e a sociedade civil devem concentrar seus esforços na promoção de discussões nacionais, com o apoio da Comissão Econômica das Nações Unidas para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e da UNECE, com o objetivo de aumentar o número de Partes Contratantes na Região das Américas, e possibilitar a implementação das emendas desses tratados multilaterais junto aos países que são Partes Contratantes.

6. Referências bibliográficas

Comissão Econômica da ONU para a Europa (UNECE) (2007). *Convención de Viena sobre la circulación vial y el Acuerdo Europeo que complementa la Convención (versiones consolidadas en 2006)*. Recuperado de https://unece.org/road-traffic-and-road-signs-and-signals-agreements-and-conventions. Em 03 de janeiro de 2024.

Comissão Econômica da ONU para a Europa (UNECE) (2024). *Legal Instruments*. Recuperado de https://unece.org/transport/legal-instruments. Em 03 de janeiro de 2024.

International Organization of Motor Vehicle Manufacturers (2024). *2022 Production Statistics*. Recuperado de https://www.oica.net/category/production-statistics/2022-statistics/ em 02 de janeiro de 2024.

Organization of American States (2021). *Convention on The Regulation of Inter-American Auto-Motive Traffic (C-11)*. Recuperado de https://www.oas.org/dil/treaties_C-11_Convention_on_the_Regulation_of
_Inter-American_Auto-Motive_Traffic.htm. Em 03 de janeiro de 2024.

Pan American Health Organization (PAHO) (2019). *Status of Road Safety in the Region of the Americas*. Recuperado de https://www.paho.org/en/documents/status-road-safety-region-americas. Em 02 de janeiro de 2024.

United Nations Treaty Collection (UNTC) (2024a). *Convention concerning the Unification of Road Signals. Geneva, 30 March 1931*. Recuperado de: https://treaties.un.org/pages/LONViewDetails.aspx?src=LON&id=577&chapter=30&clang=_en. Em 03 de janeiro de 2024.

United Nations Treaty Collection (UNTC) (2024b). *Convention on succession of States in respect of Treaties*. Recuperado de: https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXIII-2&chapter=23&clang=_en. Em 03 de janeiro de 2024.

United Nations Treaty Collection (UNTC) (2024c). *Multilateral Treaties Deposited with the Secretary-General. CHAPTER XI: Transport and Communications.* Recuperado de: https://treaties.un.org/pages/Treaties.aspx?id=11&subid=B&lang=_en&clang=_en. Em 03 de janeiro de 2024.

United Nations (2005). *Vienna Convention on Succession of States in respect of Treaties 1978* (Treaty Series, vol. 1946, p. 3). Geneva, Switzerland: 2005.

United Nations (2020a). *A/RES/74/299. Resolution adopted by the General Assembly on 31 August 2020*. Recuperado de https://undocs.org/A/RES/74/299. Em 03 de janeiro de 2024.

United Nations (2020b). *C.N.233.2019.TREATIES-XI.B.14 (Depositary Notification).* Recuperado de https://treaties.un.org/doc/Publication/CN/2019/CN.233.2019-Eng.pdf. Em 03 de janeiro de 2024.

United Nations Treaty Collection (UNTC) (2013). *Treaty Handbook*. Recuperado de: https://treaties.un.org/pages/Resource.aspx?path=Publication/TH/Page1_en.xml. Em 03 de janeiro de 2024.

World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (WP.29) (2024a). *UN Regulations (Addenda to the 1958 Agreement)*. Recuperado de https://unece.org/un-regulations-addenda-1958-agreement. Em 02 de janeiro de 2024.

World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (WP.29) (2024b). *Text of the 1997 Agreement*. Recuperado de https://unece.org/transportvehicle-regulations/text-1997-agreement. Em 02 de janeiro de 2024.

World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (WP.29) (2024c). *Global Technical Regulations (GTRs).* Recuperado de https://unece.org/transport/standards/transport/vehicle-regulations-wp29/global-technical-regulations-gtrs. Em 02 de janeiro de 2024.

World Health Organization (WHO) (2023). *Global status report on road safety 2023*. Recuperado de https://www.who.int/teams/social-determinants-of-health/safety-and-mobility/global-status-report-on-road-safety-2023. Em 03 de janeiro de 2024.

MONITOREO DE LA SINIESTRALIDAD VIAL DE CICLISTAS EN EL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Celia Marilyn Herrera de Morales
Universidad Metropolitana, Venezuela. SOTRAVIAL, Venezuela. Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat, Venezuela. Modelistica RD S.R.L, República Dominicana. cherrera@unimet.edu.ve

Jesús Ramón Uzcátegui Miranda
Alcaldía de San Pedro Garza García, estado de Nuevo León, México. SOTRAVIAL, Venezuela. urbanocity2021@gmail.com

Sara Simoes
Universidad Metropolitana, Venezuela. sara.simoes@correo.unimet.edu.ve

RESUMEN

La investigación analiza la siniestralidad vial de ciclistas en el Área Metropolitana de Caracas (AMC), durante los años 2019, 2020 y 2021. Se detallan factores, características, contexto, patrones y tramos de ocurrencia de los hechos viales, con base en los aportes de los usuarios de bicicletas, obtenidos mediante encuestas digitales, desde sus experiencias. La información recabada fue plasmada en la plataforma en línea de acceso público ArcGIS©, a fin de proveer una representación sencilla y fácil de visualizar del análisis realizado, que además puede ser actualizada en cualquier momento, documentando así data de utilidad para las autoridades de los municipios que conforman el AMC, en cuanto a la creación de políticas y estrategias que aseguren condiciones idóneas para la circulación de bicicletas, observando el adecuado cumplimiento de la normativa de tránsito existente.

Se reportaron un total de 84 siniestros viales con bicicletas involucradas, donde el desenlace más frecuente fueron las lesiones al ciclista (63,1%), seguido por daños materiales (59,53%) y, por último, fallecimientos (4,76%). Finalmente, se presenta al lector un diagnóstico general de la situación actual sobre la ocurrencia de siniestros viales con ciclistas en el área de estudio.

1. Introducción

Las bicicletas son un vehículo de transporte urbano cuyo uso ha experimentado un crecimiento exponencial alrededor del mundo. Sin embargo, este incremento en su utilización ha venido acompañado de la ocurrencia de siniestros viales con bicicletas implicadas. En la ciudad de Caracas, Venezuela, el uso de la bicicleta también ha tenido un aumento importante en los últimos años, motivando el interés por las características de la trama vial y los factores que pueden incidir en la ocurrencia de siniestros viales con ciclistas. A raíz de la notable popularización de la bicicleta en las áreas urbanas se ha vuelto cada vez más relevante poseer espacios dedicados a ellas en las ciudades, para así garantizar la seguridad de quienes utilizan este medio de transporte.

Según la Cámara Venezolana de la Industria de Bicicletas y Afines, entre abril y junio de 2020 se registró la venta de aproximadamente 15.000 bicicletas, y el retorno a la circulación de 250.000 bicicletas que previamente estaban sin uso (Requena, 2020). Acorde con el Anuario de Mortalidad de la República Bolivariana de Venezuela más reciente, los accidentes de tránsito ocupan el 6.º lugar entre las causas de muerte (Ministerio del Poder Popular para la Salud, 2018). Para el año 2018 se estimó que cada 12 minutos fallece un ciclista a nivel mundial, lo que representa 40.646 fatalidades de ciclistas en el año (OMS, 2018).

El trabajo de investigación analiza cuál es el contexto, factores, patrones y características que inciden en la seguridad vial de los ciclistas del Área Metropolitana de Caracas, generando información que pueda coadyuvar en actuaciones por alcanzar mejores condiciones de seguridad vial para los usuarios de las bicicletas.

2. Caracterización del área metropolitana de caracas

El Área Metropolitana de Caracas, constituida por el municipio Libertador del Distrito Federal y los municipios Sucre, Chacao, Baruta y El Hatillo del estado Miranda (Lara & Moreno, 2014), se encuentra ubicada en la zona centro-norte de Venezuela, a unos 15 kilómetros del Mar Caribe y dentro de un valle en el sistema de la Cordillera de la Costa a una altitud de 900 metros sobre el nivel del mar (Centro Iberoamericano de Desarrollo Estratégico Urbano, 2020). El AMC cuenta con una superficie de 810 kilómetros cuadrados, delimitada según se ilustra en la Figura 1.

La población de aproximadamente 3.205.463 habitantes, representa el 64% de la población de la Región Metropolitana de Caracas y cerca del 80% del empleo, servicios educacionales, recreativos, culturales y de salud de toda la región (CIDEU, 2020).

Figura 1. Ubicación geográfica del Área Metropolitana de Caracas

Nota. **Elaboración propia a través de la aplicación Google Earth©.**

De acuerdo con la Sociedad Venezolana de Ingeniería de Transporte y Vialidad, el 60% de los automóviles vendidos en el país son utilizados en el Área Metropolitana de Caracas (Lizarraga, 2012). Para el año 2013, se estimó que diariamente en el AMC circulaban 1.580.008 vehículos residentes, junto con otros 200.000 vehículos procedentes de las subregiones periféricas (Herrera, 2013).

La red vial del AMC abarca 2.650 km, de los cuales 731 km son vías de alta movilidad,186 km son vías de mediana movilidad y accesibilidad, y 1.733 km de vías de alta accesibilidad (Herrera, 2013). En esa trama, el municipio Libertador cuenta con 19 km de ciclovías conformadas por siete circuitos; en tanto, en el municipio Chacao se contabilizan 3,3 km de ciclocanal.

3. Aspectos metodológicos

Bajo la óptica de una investigación aplicada de alcance descriptivo, se compiló información de siniestros ocurridos en un período de dos (2) años, entre enero de 2019 y diciembre de 2021. A tales efectos, el muestreo no probabilístico por conveniencia, abarcó una población de 179 ciclistas que circulaban por el área de estudio. En el proceso se realizó la programación de la encuesta en formato de XLSForm, orientada a sondear a los ciclistas. Luego se utilizó la aplicación Survey123 Connect para visualizar el formulario difundido en línea. A través del XLSForm se ajustaron las restricciones, apariencia y cálculos necesarios para poder diseñar los *dashboards*. Así, se utilizó la plataforma ArcGIS© Survey123 para georreferenciar los puntos de ocurrencia de los siniestros, con lo cual luego realizar *dashboards* de ArcGIS©.

Los parámetros evaluados en las encuestas fueron: género y edad; frecuencia de desplazamiento de los ciclistas; frecuencia de circulación de los ciclistas por los distintos municipios; conocimiento y cumplimiento de las normativas de tránsito; reporte de siniestros por observación o involucramiento directo; tipos de siniestros y factores asociados; espacio y horario de ocurrencia del siniestro; desenlace de los distintos tipos de siniestros reportados. La data recaba fue objeto de un análisis georreferenciado de la siniestralidad vial con bicicletas, empleando las herramientas de mapas de ArcGIS©. Las coordenadas de ocurrencia de los siniestros registrados fueron extrapoladas a mapas de Google Earth©, con la finalidad de identificar y caracterizar los municipios del Área Metropolitana de Caracas con mayor incidencia de siniestros.

4. Resultados

Los resultados expresados a través de *dashboards* de ArcGIS© como se observa en las figuras 2, 3 y 4, abarcan geográficamente los puntos de ocurrencia de siniestros viales con bicicletas involucradas en el AMC, factores que inciden, espacio geográfico de ocurrencia, tipos de siniestros viales reportados, lesiones sufridas por los ciclistas y tasa de mortalidad a consecuencia de los hechos viales.

Figura 2. Dashboard de ArcGIS© con información general de los ciclistas encuestados

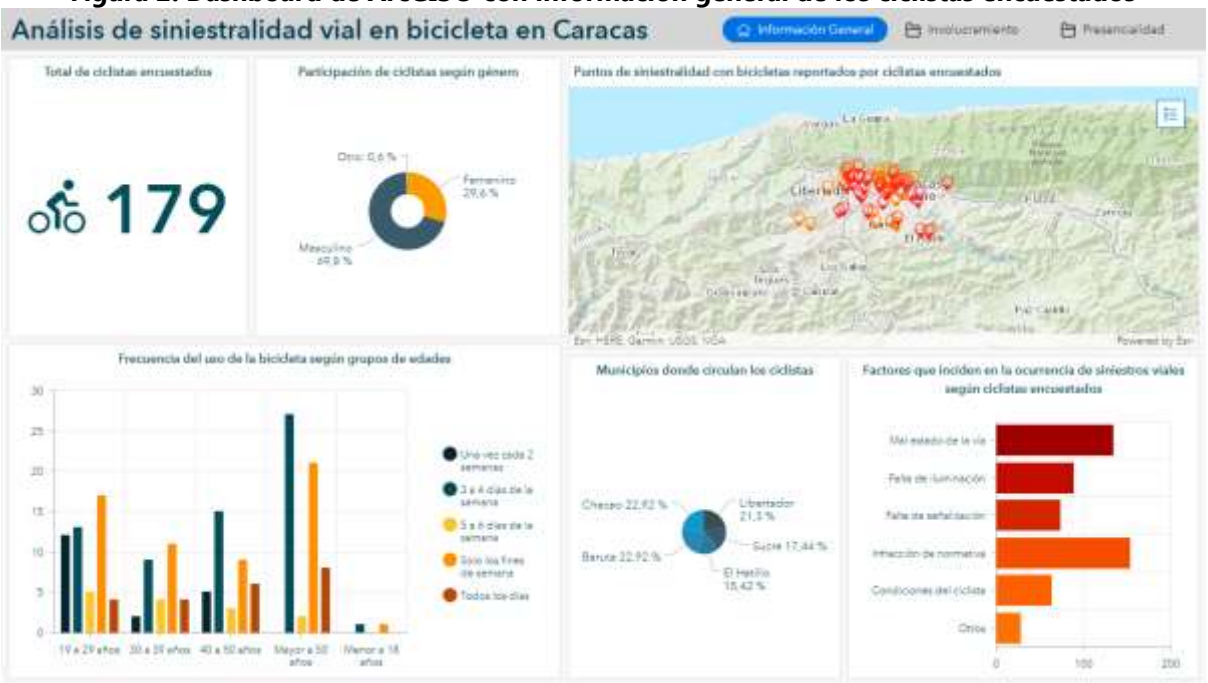


Figura 3. Dashboard de ArcGIS© con información de los ciclistas involucrados en siniestros viales

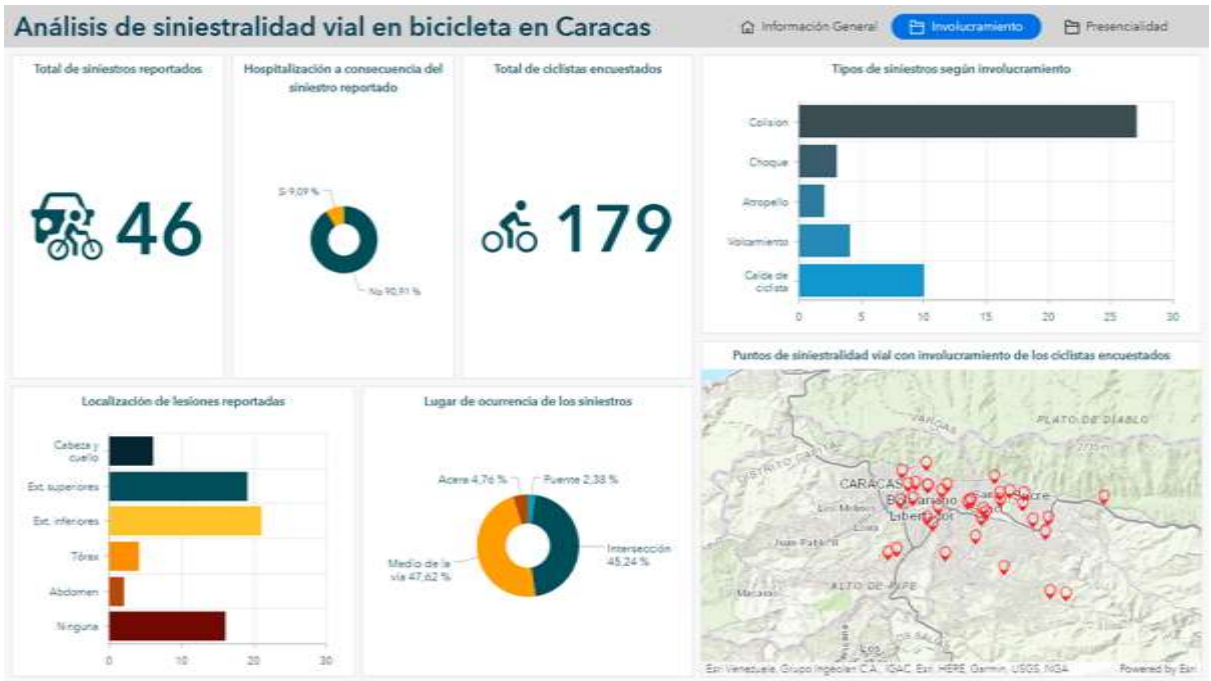


Figura 4. Dashboard de ArcGIS© con información de los ciclistas que presenciaron siniestros viales

4.1 Factores asociados a la siniestralidad vial con bicicletas

De la muestra total, 153 ciclistas (85,47%) indicaron el incumplimiento de las normativas de tránsito por parte de los distintos actores de la vía, como un factor determinante. Otros de los factores reportados fueron: mal estado de la vía (74,3%), falta de iluminación (49,16%), falta de señalización (40,78%) y condiciones inherentes al ciclista (35,2%). Además, 15,08% de los ciclistas indicaron factores adicionales a los previamente mencionados.

De los 84 siniestros reportados, el tipo de siniestro con bicicletas predominante fue la colisión con un vehículo en movimiento, con un total de 43 reportes (51,19%); seguido por caídas del ciclista, con 25 reportes (29,76%); choques con objetos estáticos, con 6 reportes (7,14%); atropellamientos a peatones, con 5 reportes (5,95%); y, por último, 4 volcamientos (4,76%). Los factores identificados como posibles causas fueron la desobediencia a la normativa de tránsito, el exceso de velocidad por parte de los conductores y el estado de la trama vial por donde circulan los ciclistas. Predominan las colisiones con vehículos, a consecuencia de la desobediencia a las señales de tránsito (20 de las 43 colisiones registradas) y el exceso de velocidad al conducir (10 de las 43 colisiones registradas), y caídas de ciclistas ocasionadas por el mal estado de las vías (10 de las 25 caídas de ciclistas).

El tipo de siniestro reportado con más frecuencia por año fue la colisión con vehículos en movimiento: en el 2019, el 66,67% de los siniestros fueron colisiones, en el 2020, este número se redujo al 50% y en el 2021, al 48%. La desobediencia a la normativa de tránsito y el exceso de velocidad se mantienen como factores asociados a los siniestros a lo largo de los 3 años.

4.2 Patrones de ocurrencia de siniestros viales con bicicletas

Los espacios de ocurrencia más frecuentes para los siniestros viales con bicicletas fueron los tramos intermedios de las vías y las intersecciones; particularmente en el año 2021 se observó un incremento en los siniestros en el tramo intermedio de la vía entre los meses de octubre y diciembre. Así también, se registró que el desenlace más frecuente fueron lesiones (63,1%), seguido por daños materiales (59,53%), y por último fallecidos (4,76%).

En general, de los siniestros indicados en que los involucrados fallecieron a consecuencia del incidente, 75% sufrió una lesión en la cabeza. Mientras que aquellos que fueron hospitalizados a consecuencia del siniestro, 50% sufrieron lesiones en las extremidades superiores, 25% en extremidades inferiores y 25% en la cabeza.

4.3 Características de la trama vial del Área Metropolitana de Caracas que inciden en la ocurrencia de siniestros con bicicletas

El estado de la vía fue identificado como uno de los tres principales factores asociados a los siniestros viales con bicicletas, junto con el incumplimiento de la normativa vial y el exceso de velocidad. Los espacios viales con mayor ocurrencia de siniestros, tal como se reporta en la Tabla 1, son los tramos intermedios de la vía y las intersecciones.

Tabla 1. Distribución de los siniestros por tipo y lesiones reportadas (n=84)

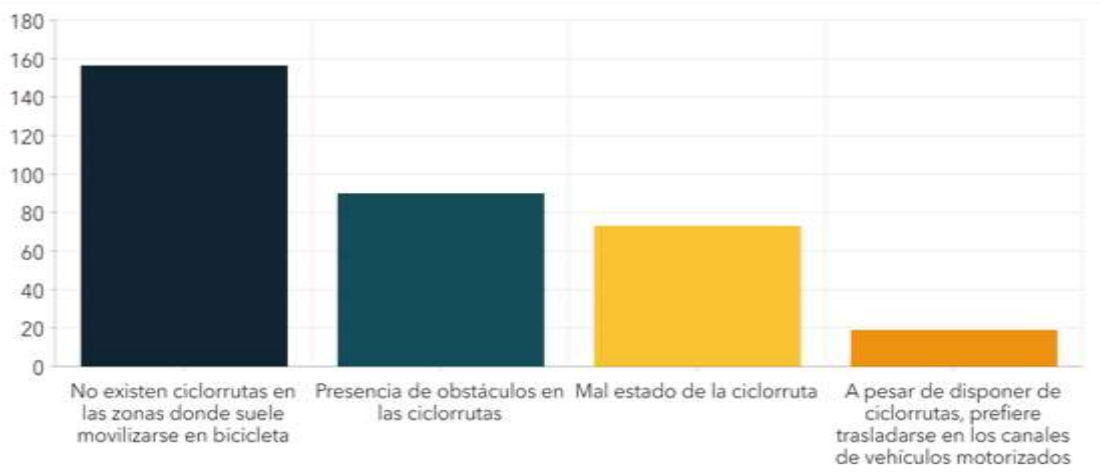
Tipos de siniestros reportados	Espacio de ocurrencia del siniestro						Total
	Tramo medio de la vía	Intersección	Ciclorruta	Tramo de acera	Puente	Túnel	
Colisión con vehículo en movimiento	18	22	0	1	2	0	43
Choque contra un objeto estático	3	3	0	0	0	0	6
Atropellamiento a un peatón	0	2	2	0	0	0	4
Volcamiento	3	1	0	0	0	0	4
Caída del ciclista	20	2	1	2	0	0	25
Total	44	30	3	3	2	0	82

Nota. El total no contempla los casos donde no se identificó el tipo de siniestro y el espacio donde ocurrió.

De los 179 ciclistas encuestados, 156 (87,15%) indicaron que la principal razón por la que no utilizan ciclorrutas para trasladarse por el Área Metropolitana de Caracas, es que no existen en las zonas donde suelen movilizarse (Figura 5). Adicionalmente, en los municipios donde sí hay ciclorrutas, los ciclistas reportaron no siempre utilizarlas, puesto que suele haber presencia de obstáculos, como vehículos estacionados (50,28%), o porque la ciclorruta se encuentra en mal estado, con irregularidades en el pavimento y falta de señalización (40,78%).

De los 5 municipios que componen el Área Metropolitana de Caracas, sólo el municipio Libertador y el municipio Chacao cuentan con canales exclusivos o compartidos para la circulación en bicicletas. Sin embargo, la mayoría de los ciclistas indicaron movilizarse por más de un municipio; particularmente el municipio Baruta es uno de los que tiene mayor circulación y no cuenta con ciclorrutas, al igual que los municipios El Hatillo y Sucre.

Figura 5. Razones por las que los ciclistas no se movilizan en ciclorrutas en el AMC (n=179)



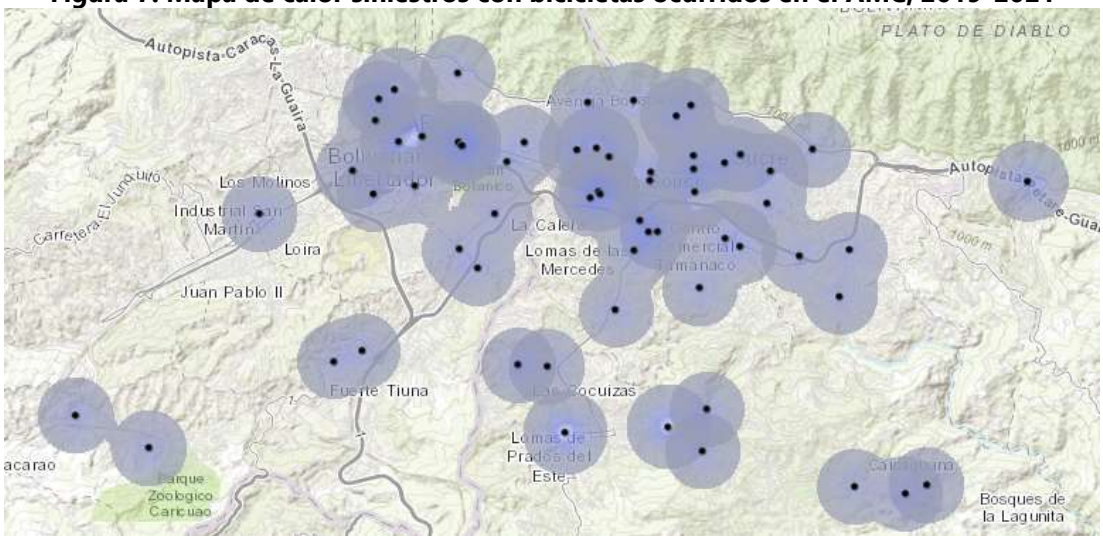
4.4 Análisis georreferenciado de la siniestralidad vial con bicicletas en el Área Metropolitana de Caracas

Entre el 2019 y 2021, se recopiló un total de 84 siniestros con bicicletas en el AMC, de los cuales fue posible obtener la ubicación exacta de la ocurrencia de 65 siniestros según se aprecia en la Figura 6, diferenciado en color rojo aquellos que fueron de involucramiento directo por parte del ciclista encuestado, y en color naranja los siniestros que fueron presenciados por el encuestado. A través de las coordenadas obtenidas, de los siniestros reportados, se realizó el mapa de calor de la siniestralidad de tránsito con bicicletas de la Figura 7.

Figura 6. Localización siniestros con bicicletas ocurridos en el AMC, 2019-2021

Nota. Elaboración propia, a través de mapas de ArcGIS©.

Figura 7. Mapa de calor siniestros con bicicletas ocurridos en el AMC, 2019-2021



Nota. Elaboración propia, a través de mapas de ArcGIS©.

En este mapa se destacan de forma general las zonas de mayor intensidad de siniestros en el AMC, lo que facilita determinar visualmente los espacios con frecuencia de siniestralidad.

A partir de los puntos georreferenciados a través de la herramienta de mapas de ArcGIS©, se determinó la distribución de ocurrencia de siniestros viales con bicicletas según municipios del AMC, como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Distribución de siniestros viales con bicicleta en el AMC (n=65)

Entidad	Número de siniestros reportados	Porcentaje
Municipio Libertador	26	40%
Municipio Baruta	11	16,92%
Municipio Chacao	13	20%
Municipio El Hatillo	5	7,69%
Municipio Sucre	10	15,38%

Nota. El total solo contempla los casos donde se referenció las coordenadas de ocurrencia del siniestro vial.

Al analizar los resultados por estado, se observa que en el estado Miranda ocurrió el 60% de los siniestros reportados, siendo el municipio Libertador del Distrito Capital, el de mayor ocurrencia de siniestros viales con bicicletas involucradas entre los años 2019 y 2021. Según Lizarraga (2012), el 64,90% de la población del AMC reside en el municipio Libertador, lo que influye en una mayor posibilidad de hechos viales. Libertador fue el 2.º municipio con mayor circulación de ciclistas encuestados, lo cual junto con las condiciones de la vialidad y el elevado número de viajes diarios (3.204.746 viajes y 65,08% de los viajes del AMC, (Almandoz, 2012)), puede explicar el volumen de siniestros reportados en este.

5. Conclusiones

Al cierre, entre el total de 179 ciclistas encuestados se detectaron 84 siniestros viales con bicicletas involucradas en el Área Metropolitana de Caracas, entre los años 2019 y 2021, observándose un 40% de siniestros en el municipio Libertador, 20% en Chacao, 16,92% en Baruta, 15,38% en Sucre y 7,69% en El Hatillo. Además, 63,1% de los siniestros causaron traumatismos a los ciclistas involucrados, con una tasa de mortalidad del 4,76%. A pesar del tamaño de la muestra estudiada resulta llamativa la alta ocurrencia de siniestros. La escasez de canales funcionales para circulación de ciclistas, se detectó como un factor de incidencia en la ocurrencia de hechos viales; a su vez, 87,15% de los ciclistas encuestados indicaron no contar con ciclorrutas en los espacios donde suelen movilizarse en bicicleta, y aquellos que sí cuentan con ciclorrutas, indicaron no utilizarlas por presencia de obstáculos (50,28%) y mal estado (40, 78%). Esta información refleja la necesidad de mejorar la red vial para que puedan movilizarse en una infraestructura y con equipamiento ad hoc.

En cuanto a los espacios viales de ocurrencia de los siniestros viales con bicicleta, se evidenció que en el tramo intermedio de la vía ocurrió la mayor cantidad de siniestros (53,65%), seguido de las intersecciones (36,58%). Además, en estos espacios se detectó que los tipos de hechos viales más frecuentes fueron las colisiones con vehículos en movimiento y las caídas de los ciclistas. La imprudencia de los conductores de los vehículos a motor, la velocidad excesiva y el incumplimiento de las normas de tránsito, favorecieron la ocurrencia de siniestros en estos espacios viales. Con respecto a la frecuencia de ocurrencia, se constató que la mayor cantidad de hechos viales ocurrió durante los fines de semana (48,64%), debido a la mayor circulación de ciclistas y su desplazamiento con fines recreativos y deportivos, entre otros. Además, el 61,7% de los siniestros ocurrió en el año 2021, lo cual se asoció con la escasez de gasolina y el surgimiento de la pandemia por COVID-19 en el año 2020, que impulsó el aumento en el uso de la bicicleta en el Área Metropolitana de Caracas.

La falta de documentación de siniestros viales con bicicletas por parte de las autoridades municipales, representa una dificultad para generar estrategias de seguridad vial de los ciclistas, especialmente con la implementación de la reciente Ley para la Promoción del Ciclismo Urbano. Es inminente la necesidad de que las autoridades, lleven un registro sistemático de hechos viales con bicicletas, de conocimiento público.

El Área Metropolitana de Caracas es un espacio urbano con alto potencial de crecimiento hacia la movilidad sostenible, donde la bicicleta representa un medio de transporte alternativo. La información recopilada a través de la investigación y presentada mediante la plataforma de ArcGIS© constituye una herramienta útil, que podría ser utilizada por las autoridades al momento de formular propuestas para la incorporación del ciclismo en el AMC, con la finalidad de reducir la ocurrencia de siniestros e incrementar la seguridad vial al circular en bicicleta en el ámbito urbano.

6. Referencias bibliográficas

Almandoz, A. (2012). *Caracas, de la metrópoli súbita a la meca roja.* Organización Latinoamericana y del Caribe de Centros Históricos. Recuperado el 1 de junio de 2022, del sitio web: https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/dig ital/57468.pdf

Centro Iberoamericano de Desarrollo Estratégico Urbano. (2020). *Caracas*. CIDEU online. Recuperado el 12 de marzo de 2022, del sitio web: https://www.cideu.org/miembro/caracas/

Herrera, C. (2013). *Desafíos de la movilidad y la accesibilidad en el Área Metropolitana de Caracas*. Instituto Latinoamericano de Investigaciones Sociales. Recuperado el 19 de marzo de 2022, del sitio web: https://library.fes.de/pdf-files/bueros/caracas/10273.pdf

Lara, J. & Moreno, G. (2014). *Movilidad urbana en Caracas. Un enfoque desde las tecnologías limpias para la formación de competencias ciudadanas para el desarrollo sostenible*. Universidad Católica Andrés Bello. Recuperado el 18 de marzo de 2022, del sitio web:

http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/39370/articulo1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Lizarraga, C. (2012). *Expansión metropolitana y movilidad: el caso de Caracas*. Universidad de Granada. Recuperado el 20 de febrero de 2022, del sitio web: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612012000100005

Ministerio del Poder Popular para la Salud. (2018). *Anuario de Mortalidad 2014.* Venezuela.

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2018). *Muerte en la Carretera*. Recuperado el 2 de enero de 2022, del sitio web: https://extranet.who.int/roadsafety/death-on-the-roads/?lang=es#ticker/cyclists

Requena, G. (2020). *Unas 250.000 bicicletas fueron desempolvadas.* Entorno Inteligente. Recuperado el 2 de enero de 2022, del sitio web: https://www.entornointeligente.com/02/06/2020/unas-250-000-bicicletas-fueron-desempolvadas/

O IMPACTO DAS FAIXAS EXCLUSIVAS PARA ÔNIBUS NA VELOCIDADE DE TRÁFEGO – O CASO DE UMA GRANDE AVENIDA DE RECIFE

Iury Ribeiro de Melo
Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. iury.ribeiro@ufpe.br

Sergio Roberto Leal de Souza Júnior
Universidade Federal de Pernambuco, Paulista, Pernambuco, Brasil. sergio.lealsouza@ufpe.br

Leonardo Herszon Meira
Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil. leonardo.meira@ufpe.br

RESUMEN

A expansão urbana demanda deslocamentos cada vez mais extensos, com veículos motorizados sendo a principal opção. Contudo, as vias atualmente favorecem o uso de automóveis. A implementação de faixas exclusivas para ônibus busca aprimorar a eficiência do transporte público. Essas faixas impactam significativamente a dinâmica do tráfego, especialmente na velocidade dos veículos. Reconhecendo o potencial das políticas públicas de transporte para transformar a mobilidade urbana, este estudo investiga o impacto da faixa exclusiva para ônibus no tráfego na principal via da cidade do Recife. Foram analisados dados de fotos sensores e lombadas eletrônicas em 2019 e 2022, respectivamente antes e depois da implantação da faixa exclusiva. Os resultados indicam que o aumento da velocidade de tráfego do transporte coletivo não depende apenas da exclusividade de faixa, mas de outros fatores da infraestrutura viária. Além disso, foi observado que as faixas são mais eficazes em horários de pico.

1. Introdução

Dados das Nações Unidas (ONU, 2018) apontam que mais da metade da população reside em áreas urbanas, com previsão de que até 2050 esse número chegue a 70%. O acelerado crescimento das áreas urbanas nas últimas décadas evidenciou grandes desafios no planejamento das metrópoles brasileiras. Em especial, a instalação de moradias de forma desordenada sem direcionamento do poder público, a carência de transporte público de qualidade e a elevada promoção da utilização de veículos particulares, ressaltou a problemática da mobilidade urbana de grandes centros brasileiros.

Longos congestionamentos antes vistos apenas em São Paulo são corriqueiros em diversas metrópoles brasileiras. Não é diferente na cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco que, segundo o TomTom Traffic Index (2022), apresenta o pior nível de congestionamento dentre as capitais brasileiras avaliadas. Cidade litorânea com presença de elevações (morros) em seu entorno, possui alta densidade populacional e concentra a economia da região, afetando os municípios em seu entorno (Silva e Queiroz, 2019). Apresenta uma rede viária cujas avenidas principais estão dispostas em radiais e perimetrais e tem o transporte público coletivo resumido em três precárias linhas de metrô de superfície, duas de VLT e 384 linhas de ônibus e BRT (GRCT, s.d; CBTU, 2013).

Por ser a cidade que concentra a maior oferta de serviços e consequentemente a maior quantidade de empregos da região, é comum nas horas de pico as principais vias apresentarem longos congestionamentos que são causados pelo elevado número de veículos que transitam dentro da própria cidade, além dos que realizam movimento pendular (Ramalho e Brito, 2016). Para atenuar esse problema e dar maior prioridade ao transporte público coletivo, na última década a prefeitura municipal passou a implantar de forma mais contundente faixas exclusivas para o transporte coletivo rodoviário que transita pelo município.

Foram instalados cerca de 62 km de faixas exclusivas entre os anos de 2013 e 2020, dispersos ao longo de nove ruas e avenidas (CTTU, 2020). Vale salientar que em parte dessas vias há fiscalização eletrônica para inibir infrações relacionadas à invasão de veículos particulares na faixa exclusiva. Porém, em outra parcela não há qualquer fiscalização além daquela realizada por agente da companhia de trânsito local (CTTU, s.d.). Alguns estudos anteriores da prefeitura municipal indicaram aumento de velocidade nas viagens do transporte público nos trechos onde foram implantadas as faixas exclusivas. Contudo, em considerável parte do dia, principalmente fora do horário de pico, as faixas mistas também apresentam uma maior velocidade média (Soares, 2023).

Estudo realizado por Dell'Olio, Ibeas e Cecin (2011) aponta que, para a maioria dos usuários, o principal critério de qualidade do transporte público é o tempo de espera, que pode ser diminuído pelas faixas exclusivas uma vez que o transporte público não enfrentará o congestionamento causado pelos veículos particulares. Assim, este estudo tem como pergunta: a eficácia das faixas exclusivas é dispersa ao longo do dia ou concentra-se em horários de pico nos locais onde foram implantadas? Este estudo também busca observar possíveis impactos nos volumes médios de tráfego e velocidade dos veículos em geral quando comparados os mesmos locais antes e depois da implementação das faixas exclusivas.

2. Faixa exclusiva de ônibus

O congestionamento causado pelo uso excessivo de veículos motorizados individuais gera diversas adversidades como ocorrência de sinistros, poluição do ar e sonora (BANISTER, 2009). Para reduzir estes problemas foram estabelecidas políticas de prioridade para o transporte público coletivo, que são capazes de promover uma transição de modo de transporte, capturando passageiros de veículos individuais para o transporte coletivo. Uma estratégia adotada para esse fim são as vias exclusivas destinadas aos ônibus, que segregam o tráfego de transporte público do tráfego privado (ALBERTIN ET AL., 2020; TSITSOKAS, KOUVELAS e GEROLIMINIS, 2021)

A Política Municipal de Mobilidade Urbana (PMMU) do Recife, sancionada por lei municipal, define em seu artigo 5º faixa exclusiva de ônibus como uma ou mais faixas de rolamento destinadas à circulação exclusiva dos veículos de transporte público coletivo, e nos casos definidos pela autoridade de trânsito (RECIFE, 2021), como a possibilidade de transitar táxis com passageiros. Sendo considerada, pelo Código de Trânsito Brasileiro (BRASIL, 2008), infração gravíssima transitar com o veículo particular na faixa destinada aos veículos de transporte público coletivo.

Um dos principais benefícios das faixas exclusivas para ônibus está relacionado à redução do tempo de deslocamento dos ônibus. Ao oferecer um espaço dedicado e livre de congestionamentos, os veículos de transporte público conseguem percorrer distâncias mais rapidamente, o que resulta em intervalos de tempo mais curtos entre as paradas e, consequentemente, em uma viagem mais eficiente para os passageiros. Além disso, a segregação das faixas para ônibus contribui para a regularidade do serviço, uma vez que os coletivos não ficam sujeitos aos mesmos congestionamentos que afetam os demais veículos. Isso significa que os horários programados são mais facilmente cumpridos, proporcionando maior confiabilidade aos usuários do transporte público (DELL'OLIO, IBEAS E CECIN, 2011; BAYRAK E ILGIN GULER, 2021).

Entretanto, é importante considerar que o impacto na velocidade de tráfego não se limita apenas aos ônibus. As faixas exclusivas podem gerar um efeito cascata negativo, influenciando o fluxo geral do tráfego. Ao separar os ônibus dos demais veículos, a fluidez nas faixas convencionais pode ser piorada, resultando em maiores congestionamentos para os automóveis particulares. Isso acontece pois, geralmente, a faixa exclusiva é criada pela conversão de uma faixa mista. Porém, um aspecto relevante é a consequente redução do número de veículos nas faixas destinadas aos carros, por procurarem rotas alternativas ou por mudarem de modo, o que pode contribuir para a diminuição do congestionamento e, por conseguinte, melhorar a velocidade média de deslocamento para todos os usuários das vias urbanas (RUSSO, ADLER E VAN OMMEREN, 2022; XUE et al., 2023)

3. Coleta de dados e caracterização da área de estudo

Foram coletados dados de tráfego anteriores e posteriores a implantação das faixas exclusivas para ônibus na cidade do Recife. Os dados foram obtidos por meio de lombadas eletrônicas e fotossensores de tráfego instalados nas vias pela Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife (CTTU), que fazem a contagem dos veículos, registraram suas velocidades e notificam a Autarquia possíveis infrações de trânsito. Os dados coletados foram analisados para identificar a diferença na velocidade de tráfego antes e depois da implantação das faixas exclusivas, buscando compreender o impacto causado pela modificação realizada.

Para a realização da análise dos dados foi escolhida a Avenida Governador Agamenon Magalhães, I Perimetral do Recife, considerada a principal avenida da cidade e que serve de limite para o centro expandido. Construída na década de 1970 nas duas margens de um curso d'água, a avenida possui seis faixas de tráfego por sentido, sendo quatro principais e duas locais. Dentre as faixas principais, a que fica mais à direita é de circulação exclusiva para o transporte público nos dias e horários determinados. Contudo, existem acessos (agulhas) de entrada e saída entre a via principal e a via local que exigem ao tráfego misto utilizar a faixa exclusiva em alguns trechos. A via local é utilizada para realização conversões a direita e acesso aos diversos empreendimento localizados na avenida. A via tem um papel significativo no transporte da região, interligando não apenas a zona sul e a zona norte da cidade, mas servindo de conexão entre outros municípios da Região Metropolitana. Também é importante para a economia da cidade, pois contém diversos Polos Geradores de Viagem (PGVs) ao longo de seus 6 km. No corredor transitam cerca de 64 linhas de ônibus, que transportam por volta de 250 mil passageiros diariamente (CTTU, 2021). Assim, essa via desempenha

um papel fundamental na mobilidade urbana, interligando diferentes áreas da cidade e facilitando o deslocamento cotidiano dos cidadãos.

A avenida possui velocidade limitada a 60km/h, sendo regulada em alguns pontos pela presença de fotossensores nos semáforos e lombadas eletrônicas. Foram escolhidos para este artigo o fotossensor 037 e as lombadas 5948, 5949 e 5950. O fotossensor 037 (sentido sul) encontra-se no cruzamento da avenida com a Rua Paissandu, em região de grande concentração de empresariais e hospitais. As lombadas 5948, 5949 (sentido norte) e 5950 (sentido sul) estão dispostas na avenida em região predominantemente residencial, mas que também dispõe de empreendimentos de grande porte como universidade e hospitais.

4. Resultados

A faixa exclusiva de ônibus da Av. Gov. Agamenon Magalhães foi implantada em junho de 2020, durante a pandemia de COVID-19, inicialmente em um trecho de 4,0 km (2,0 km em cada sentido) entre a Ponte José de Barros Lima e o Viaduto João de Barros. Em junho de 2021 foi ampliada em mais 3,2 km (1,6 km em cada sentido) entre o Viaduto João de Barros e o Viaduto Engenheiro Roberto Pereira de Carvalho (Viaduto Tacaruna). É a via mais recente a receber um corredor exclusivo para o transporte público na cidade do Recife. A faixa foi criada a partir da conversão de uma faixa de uso misto para faixa de uso exclusivo. Delimitada por uma sinalização horizontal azul, a faixa exclusiva se encontra no lado direito da pista principal da avenida, em ambos os sentidos, perfazendo um total de 3,6 km por sentido. Na cidade, as faixas exclusivas funcionam de segunda a sexta-feira, das 6h às 22h.

A instalação da faixa exclusiva ocorreu durante o contexto da pandemia, razão pela qual foram examinados os anos de 2019 e 2022, representando os períodos pré e pós-pandemia, respectivamente, a fim de evitar a interferência do evento atípico nos dados. Conforme relatado por Cardozo et al. (2023), embora o transporte público tenha experimentado uma redução na demanda devido aos impactos do evento pandêmico, os dados a partir de 2022 já apresentam estabilidade.

Foram utilizados os dados disponibilizados dos anos de 2019 e 2022, sendo desconsideradas as informações dos sábados, domingos, feriados e horários entre 22h e 6h, que são dias e horários que a faixa exclusiva não se encontra em funcionamento. Dias com informações incompletas também foram ignorados. Assim, cada sensor apresentou uma amostra de dias distinta, mas em todos os casos distribuída ao longo do ano. Obteve-se para o fotossensor 037 uma amostra de 192 dias em 2019 e 129 em

2022; para as lombadas 5948 e 5949 (que funcionam em conjunto) foram 185 dias em 2019 e 164 em 2022; e para a lombada 5950 foram 195 em 2019 e 215 em 2022.

A base de dados apresenta informações separadas por equipamento, faixa, dia, hora e velocidade. Os dados são agrupados por intervalos de 15 minutos (6:00 a 6:15, 6:15 a 6:30 etc.) e por intervalos de velocidade de 10km/h (0 a 10 km/h, 10 a 20 km/h etc.). A partir dos dados indicados, foram calculadas as velocidades médias para cada faixa nos diferentes intervalos de horário. Também foram calculados os volumes médios de tráfego para cada situação.

Inicialmente, foram computadas as velocidades médias para cada faixa de rolamento, as quais são apresentadas de forma detalhada na Tabela 1. Para melhor compreensão, a faixa apresentada como 4 é a faixa que foi convertida em corredor exclusivo. Observa-se que, em média, quase todas as faixas apresentaram uma diminuição na velocidade. Destacam-se a faixa 4 do fotossensor 037 que apresenta diminuição, mesmo com o pequeno aumento da velocidade média do trânsito misto, e a faixa 4 da lombada 5950 que apresentou um aumento na velocidade média. Todas as faixas das lombadas 5948 e 5949, inclusive a exclusiva para ônibus, apresentaram redução de velocidade média.

Tabela 1: Velocidades Médias em km/h por faixa nos anos de 2019 e 2022

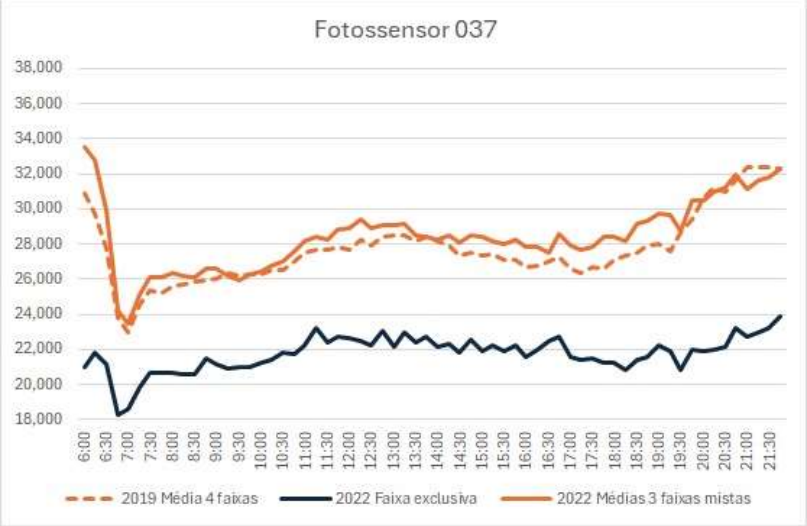
	2019					2022				
	1	2	3	4	Média	1	2	3	Média*	4**
FS037	28,19	28,27	27,46	24,99	27,23	27,58	30,19	27,56	28,44	21,77
L5948 e L5949	45,48	43,73	45,62	44,17	44,75	41,71	40,68	42,19	41,53	41,16
L5950	44,78	43,55	41,99	39,87	42,55	41,64	39,96	37,99	39,86	41,44

Notas: (*) Média das faixas 1, 2 e 3. (**) Faixa exclusiva para ônibus.
Fonte: Elaborada pelos autores a partir de CTTU, 2023.

Subsequentemente, foram gerados gráficos que relacionam a velocidade média de acordo com o horário, com a finalidade de identificar se, durante os horários de pico, a faixa exclusiva demonstra uma velocidade média superior em comparação com as demais, corroborando assim com a sua possível eficácia nos horários de tráfego mais intenso. O Gráfico 1 exibe as flutuações de velocidade registradas pelo fotossensor 037. Nesse contexto, é perceptível que a faixa exclusiva exibe velocidades médias inferiores em comparação com as demais faixas em todo o intervalo. A possível explicação para este resultado é a posição geográfica do sensor, que se encontra em um semáforo a cerca de 30m do ponto de ônibus, ou seja, os registros de velocidade acontecem enquanto os ônibus ainda estão desenvolvendo a velocidade após a parada. As faixas de trânsito misto apresentaram pequenos ganhos de velocidade média ao longo de todo o dia.

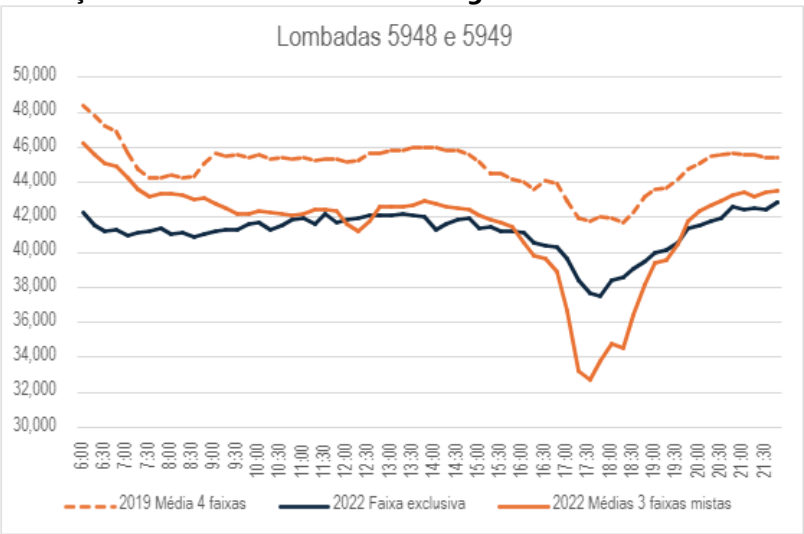
Em contrapartida, os Gráficos 2 e 3 apresentam resultados melhores de velocidade. No Gráfico 2 é possível observar que a faixa exclusiva cumpre seu papel durante os horários de pico, possibilitando que o transporte público mantenha um bom patamar de velocidade média ao longo do dia. Já o Gráfico 3 apresenta que a faixa exclusiva tem uma velocidade média acima das outras três faixas ao longo de todo o período de operação. Vale ressaltar que, por conta do movimento pendular das pessoas na Região Metropolitana do Recife, o horário de maior movimento nas lombadas 5948 e 5949 se dá ao final da tarde e início da noite no sentido subúrbio, enquanto o horário de maior pico na lombada 5950 ocorre no início da manhã em direção ao centro.

Gráfico 2: Variação da velocidade média ao longo do dia no fotossensor 037



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de CTTU, 2023.

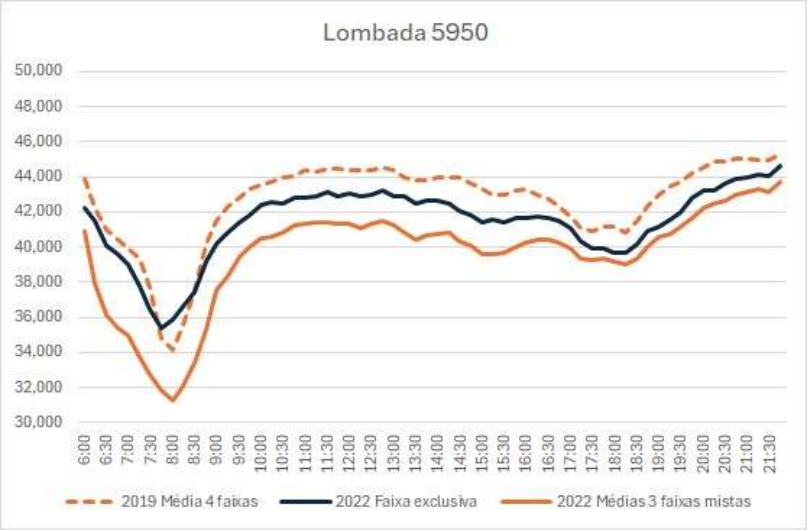
Gráfico 2: Variação da velocidade média ao longo do dia nas lombadas 5948 e 5949



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de CTTU, 2023.

O Gráfico 2 reafirma as informações apresentadas na Tabela 1 no que diz respeito às lombadas 5948 e 5949: houve redução de velocidade em todas as faixas após a implantação do corredor exclusivo. Contudo, é possível observar que mesmo assim a faixa para ônibus apresenta maior estabilidade de velocidades médias ao longo do dia. Isso não ocorre com o trânsito misto, que chega a apresentar reduções de velocidades médias de quase 10km/h em relação ao restante do dia no pico vespertino. Dessa forma, apesar da faixa exclusiva apresentar velocidades médias menores que a de trânsito misto ao longo do dia, no horário em que a via é mais demandada apresenta-se superior às demais. Vale ressaltar ainda que entre 2019 e 2022 no trecho da lombada 5948 e 5949, além da implantação da faixa exclusiva houve a instalação de um semáforo para pedestres e ciclistas cerca de 150 metros após as lombadas, o que pode parcialmente explicar a redução geral de velocidade média neste ponto de aferição (anteriormente o próximo semáforo ficava a 500 metros).

Gráfico 3: Variação da velocidade média ao longo do dia na lombada 5950



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de CTTU, 2023.

De forma semelhante ao medido pelas lombadas 5948 e 5949, a lombada 5950, conforme apresentado no Gráfico 3, mostrou que após a instalação da faixa exclusiva para ônibus houve redução da velocidade média de todas as faixas. Nesse local também houve instalação de semáforo para pedestres e ciclistas cerca de 150 metros após a lombada eletrônica. Porém, diferente do caso anterior, a faixa exclusiva apresentou velocidades superiores ao tráfego misto ao longo de todo o dia. Entre às 7h30 e 8h30 indicou médias maiores que aquelas aferidas antes da implantação da faixa exclusiva.

Os resultados encontrados indicam que a adoção de faixa exclusiva para ônibus não deve ser pensada isoladamente como solução para melhoria da velocidade do transporte público coletivo. Por tratar-se de uma mudança de infraestrutura viária,

deve ser pensada conjuntamente com outras soluções. Os três casos analisados apresentaram informações muito diferentes, mesmo tratando-se na mesma via. Porém, o que diferencia as situações são as condições de contorno. A faixa exclusiva encontra-se do lado direito da avenida, expondo-a a numerosas interferências do tráfego de veículos privados para acessar a pista local e realizar retornos, visto que giros à esquerda são proibidos em diversos cruzamentos ao longo da avenida, ou para acessar algum dos diversos PGVs ao longo da via. O fotossensor encontra-se em um semáforo de um grande cruzamento de via e as lombadas estão muito próximas de travessias de pedestres e ciclistas. Assim, seria temerário concluir sobre a eficácia da faixa exclusiva baseando-se apenas em pontos específicos, sendo preciso uma análise global da velocidade média de deslocamento da via de uma ponta a outra antes e depois da implantação da faixa exclusiva. De qualquer forma, é possível afirmar que os ganhos de velocidade para o transporte público devem ser pensados não unicamente com a adoção de corredores exclusivos, mas também sob o aspecto da localização dos pontos, da adoção de faixa de ultrapassagem, da adoção de tempo semafórico diferente quando houver presença de transporte público na espera, dentre outras providências a depender do caso concreto.

5. Conclusões

A promoção de políticas voltadas ao transporte público é essencial para fomentar a mobilidade sustentável e diminuir a dependência do transporte individual. Contudo, é necessário abordá-las como um conjunto de estratégias integradas visando estimular uma transição efetiva entre os modos de transporte. Um método bastante comum para aumentar a atratividade do transporte público é a implementação de faixas exclusivas.

Este estudo mostra que a implementação das faixas exclusivas para o transporte público não implica necessariamente num melhor desempenho referente a velocidade quando comparada às faixas mistas, mesmo durante os horários de pico, em todos os pontos de uma via. Devem ser observadas as condições de contorno, como a existência de semáforos ou passagem de veículos do tráfego misto a fim de acessar imóveis lindeiros ou vias à direita, por exemplo. A análise de eficácia de uma faixa exclusiva deve ser também ser feita de forma mais ampla ao longo de toda via e não apenas em pontos específicos.

A implementação de faixas exclusivas para ônibus é uma estratégia complexa que visa melhorar o transporte público, mas exige cuidados para evitar impactos negativos no tráfego em geral. O equilíbrio entre as necessidades de diferentes modos de transporte e a consideração das características específicas de cada cidade são fundamentais para o sucesso dessas políticas de mobilidade urbana.

Como sugestão para pesquisas futuras sugere-se investigar se, na contrapartida do declínio da demanda enfrentado pelo transporte público coletivo na região, as linhas beneficiadas pelo corredor exclusivo apresentam um aumento no número de passageiros, bem como se houve alterações no volume de tráfego.

6. Referências Bibliográficas

Albertin, R. M., Camargo, A. de, Lima de Souza, A., Viotto, H. G. F., Silva, F. F. da, & Angeoletto, F. H. S. (2020). Os Corredores Exclusivos de Ônibus: Qual Sua Importância e Seu Impacto na Cidade de Curitiba. Revista De Estudos Sociais. DOI: https://doi.org/10.19093/res9193

Banister, D. (2009). Sustainable transport and public policy. Trasnport Engeneering and Planning, 2, 192-214.

Bayrak, M., & Guler, S. I. (2021). Optimization of dedicated bus lane location on a transportation network while accounting for traffic dynamics. Public Transport, 13(2), 325–347. DOI: https://doi.org/10.1007/ s12469-021-00269-x.

BRASIL. (2008) Ministério das Cidades. Conselho Nacional de Trânsito. Departamento Nacional de Trânsito. Código de Trânsito Brasileiro e Legislação Complementar em vigor. Brasília: DENATRAN.

Cardozo, R. J. M. et al. (2023). Agravamento da Tendência de Redução da Demanda por Transporte Público na Região Metropolitana do Recife na Fase Pós-Pandêmica. In: (Versão Preliminar) Anais Do 37º Congresso De Pesquisa E Ensino Em Transportes, 2023, Santos. Anais eletrônicos. Campinas, Galoá, 2023. Disponível em: https://proceedings.science/anpet-2023/trabalhos/agravamento-da-tendencia-de-reducao-da-demanda-por-transporte-publico-na-regiao?lang=pt-br. Acesso em: 26 nov. 2023.

CTTU (2021). Faixa Azul na Agamenon Magalhães terá reforço na fiscalização. Disponível em: https://cttu.recife.pe.gov.br/faixa-azul-na-agamenon-magalhaes-tera-reforco-na-fiscalizacao#:~:text= A%20Faixa%20Azul%20da%20Avenida,que%20circulam%20na%20via%20diariamente. Acesso em: 14 dez. 2023.

CTTU (2023). Dados Recife - Faixas e corredores de ônibus. Disponível em: http://dados.recife.pe.gov.br/dataset/faixas-e-corredores-de-onibus/resource/4e7d896a-8842-4f5d-bf73-01f41b3c1d a8. Acesso em: 20 set. 2023.

CTTU (s.d.). Faixa Azul - CTTU. Disponível em: https://cttu.recife.pe.gov.br/faixa-azul. Acesso em: 20 set. 2023.

Dell'Olio, L., Ibeas, A., & Cecin, P. (2011). The quality of service desired by public transport users. Transport Policy, 18(1), 217–227. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2010.08.005.

Dell'Olio, Luigi; Ibeas, Angel; Cecin, Patricia (2011). The quality of service desired by public transport users. Transport Policy, v. 18, p. 217 - 227. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/ article/abs/pii/S0967070X10001009. Acesso em: 20 set. 2023.

Google. (2023) Google Earth. Disponível em: http://earth.google.com/. Acesso em: 15 dez. 2023.

GRCT (s.d.). Grande Recife Consórcio de Transportes - Página Inicial. disponível em: https://www.granderecife.pe.gov.br. Acesso em: 20 set. 2023

CBTU (2013). Companhia Brasileira de Trens Urbanos – Mapa da linha do Recife. Disponível em: https://www.cbtu.gov.br/index.php/pt/mapa-da-linha-recife. Acesso em: 20 set. 2023.

ONU (2018). 2018 Global Status Report: towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector. International Energy Agency and the United Nations Environment Programme. Disponível em: https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27140. Acesso em: 20 set. 2023.

Ramalho, H. M. de B.; Brito, D. J. M. de (2016). Migração intrametropolitana e mobilidade pendular: evidências para a região metropolitana do Recife. Estudos Econômicos (são Paulo), v. 46, n. 4, p. 823–877. DOI: https://doi.org/10.1590/0101-416146483hrdb.

RECIFE (2021) Lei n° 18.887, de 29 de dezembro de 2021. Define a Política Municipal de Mobilidade Urbana, institui o Plano de Mobilidade Urbana do Recife, e dá outras providências.

Russo, A., Adler, M. W., & van Ommeren, J. N. (2022). Dedicated bus lanes, bus speed and traffic congestion in Rome. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 160, 298–310. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.04.001.

Silva, J. G. da, & Queiroz, S. N. de. (2019). Mobilidade Pendular na Região Metropolitana de Recife (RMR). Latin American Journal of Business Management, 9(2). Disponível em: https://lajbm.com.br/index.php/ journal/article/view/510.

Soares, Roberta (2023). Faixa azul: corredores exclusivos de ônibus não avançam no Recife, JC Coluna Mobilidade. Disponível em: https://jc.ne10.uol.com.br/colunas/mobilidade/2023/06/15525502-faixa-azul-corredores-exclusivos-de-onibus-nao-avancam-no-recife.html. Acesso em: 20 set. 2023.

TomTom Traffic Index (2022). Ranking 2022. Disponível em: https://www.tomtom.com/traffic-index/ranking/?country=BR. Acesso em: 20 set. 2023.

Tsitsokas, D., Kouvelas, A., & Geroliminis, N. (2021). Modeling and optimization of dedicated bus lanes space allocation in large networks with dynamic congestion. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 127. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103082.

Xue, Y., Cheng, L., Zhong, M., & Sun, X. (2023). Evaluation of Bus Lane Layouts Based on a Bi-Level Programming Model—Using Part of the Qingshan Lake District of Nanchang City, China, as an Example. Sustainability (Switzerland), 15(11). DOI: https://doi.org/10.3390/su15118866.

NOTA: Agradecimento a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo apoio a realização desse trabalho

PROGRAMA DE SEGURIDAD VIAL EN EL DISTRITO NACIONAL '' SALVANDO VIDAS''

Ayuntamiento del Distrito Nacional, República Dominicana, natashalaguar@gmail.com

Vital Strategies. mespinosaestrada@vitalstrategies.org

Organización Mundial de la Salud

RESUMEN

Santo Domingo, bajo la Alianza de Ciudades Saludables, ha establecido un programa de gestión de velocidad para reducir el límite máximo en zonas urbanas a 50 km/h, buscando mitigar siniestros viales. Durante los últimos años, la República Dominicana ha enfrentado un desafío significativo en siniestralidad vial, ubicándose segundo en muertes en la región de las Américas por lo que el gobierno se compromete a reducir muertes en tránsito en un 50% de 2021 a 2030. Por este motivo, la velocidad de circulación juega un papel clave en seguridad vial; una reducción del 5% puede disminuir un 30% las fatalidades, según la OMS. Por lo tanto, se propone la implementación de políticas de gestión de velocidad en el Distrito Nacional, enfocándose en avenidas, donde el 80% de los siniestros ocurren.

1. Introducción

La República Dominicana enfrenta una grave crisis de seguridad vial, siendo uno de los cinco países del mundo con las tasas de muerte por siniestros viales más altas, y ocupando el segundo lugar en América con 34.6 muertes por cada 100,000 habitantes, considerablemente por encima del promedio regional de 15.6. Anticipando un aumento en muertes y lesiones en la próxima década, el gobierno dominicano ha proclamado un Segundo Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030, con el objetivo de reducir en un 50% las muertes y lesiones por siniestros de tránsito.

El contenido de este documento se organiza en torno a la situación global de seguridad vial, la importancia de adoptar un Enfoque de Sistema Seguro mediante la gestión de la velocidad y las problemáticas específicas de exceso de velocidad en cinco tramos identificados del Distrito Nacional, Rep. Dom. Finalmente, se presentan brevemente recomendaciones destinadas a lograr una reducción efectiva de víctimas fatales o lesiones graves por siniestros viales en la región.

2. Problematica mundial

Cada año, los siniestros de tránsito imponen un significativo costo a los Estados, no solo en términos económicos, con una inversión promedio del 3% del PIB, según la OMS (2022), sino también en el impacto negativo en la calidad de vida de la población. A nivel mundial, estos eventos provocan la muerte de 1.3 millones de personas y dejan a 50 millones con traumatismos anualmente, según datos de la OMS y las Comisiones Regionales de las Naciones Unidas en 2021. A pesar de los esfuerzos globales y acuerdos como los Objetivos de Desarrollo Sostenible, los avances han sido lentos, motivando el Plan Mundial 2021-2030 a promover la adopción de un Enfoque de Sistema Seguro en la seguridad vial para contrarrestar esta problemática.

3. Enfoque de sistema seguro y gestion de la velocidad

El enfoque de *Sistema Seguro* en seguridad vial propone una perspectiva integral que coloca la seguridad en el centro de la movilidad en donde se destaca por fomentar una responsabilidad compartida entre el gobierno y los usuarios de las vías. Este enfoque reconoce la vulnerabilidad humana y aborda el error humano como una constante en la interacción vial, buscando prevenir que los errores resulten en accidentes mortales o lesiones graves. Siendo la velocidad un papel crucial en la seguridad vial, ya que aumenta la probabilidad de colisión, la distancia de frenado y la gravedad de las lesiones en caso de accidentes. Por lo que se subraya la importancia de la gestión de

la velocidad como un componente esencial para la implementación efectiva de un enfoque de Sistema Seguro.

Controlar la velocidad es fundamental para reducir la gravedad de las lesiones en siniestros viales, ya que estudios recientes han demostrado que la probabilidad de muerte de un peatón atropellado aumenta significativamente con la velocidad del vehículo. Los mismos indican que reducir la velocidad de 60 a 50 km/h podría resultar en una disminución del 45% en las muertes (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019; Greibe, 2005).

En otro orden, la reducción de los límites de velocidad no afecta significativamente los tiempos de viaje. En horas pico, la congestión vehicular limita la velocidad promedio a niveles considerablemente más bajos que los límites establecidos (20-30 km/h). En Bogotá, una modelación realizada antes de implementar una reducción del límite de velocidad de 60 a 50 km/h demostró que esta medida no tendría un impacto sustancial en la congestión vehicular, aumentando solo en 14 segundos el tiempo de viaje (Alcaldía de Bogotá, 2019).

Además, la gestión de la velocidad no siempre implica la reducción del límite de velocidad. En este escenario, la infraestructura vial desempeña un papel crucial en la seguridad vial, ya que ciertos elementos de diseño, como las intersecciones, la configuración de las vías y cuadras, pueden incentivar velocidades más altas que aumentan el riesgo para la población (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2019).

Figura 1: Velocidad deseada según el ancho y número de carriles por sección. Fuente: (Alcaldía de Bogotá, 2019)

Rango de velocidad (km/h)		Número de carriles por sentido				Velocidad	Ancho máximo
		1	2	3	+ de4		
Alta	60 - 70	x	x	x	x	60 - 70	3.50 m
Media	50	x	x	(x)		50	3.25 m
Baja	30 - 40	x	(x)			30 - 40	3.00 m
Muy baja	10 - 20	x				10 - 20	2.50 m
		(x) solo en casos especiales					

De la misma manera, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda límites específicos de velocidad para zonas urbanas, proponiendo un máximo de 50 km/h y reduciendo a 30 km/h en áreas urbanas donde hay interacciones entre vehículos motorizados y usuarios vulnerables, ya que estos últimos carecen de la protección que ofrece la estructura de un vehículo motorizado. Sin embargo, en el caso de la República Dominicana, la normativa actual expone a la población a riesgos, ya que el límite de velocidad establecido para avenidas urbanas es de 60 km/h, superando el límite

recomendado por la OMS. Además, mediciones de velocidad en algunas avenidas principales revelan que los vehículos circulan a velocidades que exceden este límite, especialmente durante horas no pico. Esta discrepancia entre la normativa y las recomendaciones de la OMS destaca la necesidad de revisar y ajustar las políticas de velocidad en áreas urbanas.

4. Siniestralidad vial en el distrito nacional

El Distrito Nacional de la República Dominicana constituye una demarcación completamente urbana con una extensión territorial de 91.58 km2. Según el Plan Estratégico de Seguridad Vial (PENSV) para el período 2021-2030, esta región alberga el 32.1% de los vehículos registrados en el país, totalizando 1, 526,631 vehículos, una cifra considerablemente superior al promedio nacional.

Entre 2019 y 2020, el Distrito Nacional fue una de las 10 provincias en la República Dominicana que experimentó el 82% de los siniestros viales en el país y se encontró entre las 10 provincias con la mayor concentración de muertes y lesiones por accidentes de tránsito, según datos de la OPSEVI en 2021. En el Distrito Nacional, el promedio de lesionados por siniestros viales entre 2016 y 2019 fue de 3,382.3, mientras que el promedio de muertes fue de 162.8, destacando la magnitud del impacto en la salud pública de esta problemática.

Los tipos de siniestros viales más comunes registrados por las autoridades de tránsito, como se presenta en la Figura 2, incluyen colisiones y atropellamientos, siendo estos los de mayor frecuencia. Se destaca la importancia de reducir la velocidad como medida clave para disminuir la probabilidad de colisiones, atropellos y la gravedad de las lesiones asociadas a estos incidentes. La Figura 3 revela los días con más muertes por siniestros viales entre 2016 y 2020.

Figura 2: Víctimas fatales DN 2016-2019 Fuente: Elaboración propia a partir de datos del OPSEVI

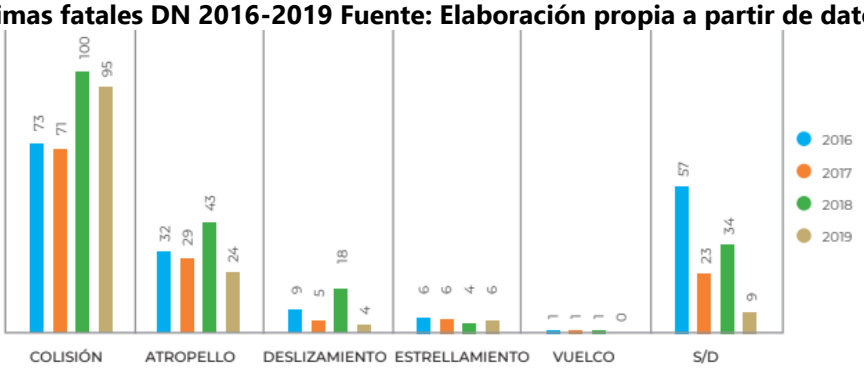


Figura 3: Días de ocurrencia de mortalidad. Fuente: Plan Estratégico y OPSEVI (2021)

Por otro lado, el análisis de la infraestructura vial en el Distrito Nacional destaca la relevancia del diseño vial en la gestión de la velocidad y la siniestralidad. El 80% de las muertes por siniestros viales ocurren en avenidas, subrayando la problemática del exceso de velocidad, mientras que el 20% restante se registra en vías secundarias o terciarias en zonas residenciales. Además, el OPSEVI revela que, entre 2016 y 2019, motociclistas y peatones fueron las principales víctimas mortales en siniestros viales, destacando la necesidad de una categorización más detallada, incluyendo taxis y transporte informal, y diferenciar entre conductores y pasajeros. También, el aumento de la micromovilidad plantea nuevos desafíos urbanos.

Figura 4: Modo de transporte utilizado por víctimas mortales. Fuente: Plan Estratégico y OPSEVI (2021)

Modo de transporte	2016	2017	2018	2019	Total por modo
Motocicleta	68	52	93	67	280
Peatón	32	29	42	24	127
Automóvil	11	11	14	11	47
Carga	3	1	3	3	10
SUV	2	2	3	3	10
Autobús	2	0	2	2	6
Bicicleta	1	0	0	2	3
Sin especificar	0	0	23	23	46
S/D	59	40	20	3	122
Total	**178**	**135**	**200**	**138**	**651**

Por otra parte, los jóvenes de 20 a 29 años representan el 15% de las muertes en siniestros viales entre 2016 y 2019, coincidiendo con datos de la OMS que señalan a los accidentes de tráfico como una causa principal de muerte en jóvenes de 15 a 29 años.

De la misma manera, el análisis de género en las víctimas de siniestros viales es crucial para entender los patrones de movilidad y cómo los estereotipos de género influyen en el uso del transporte y la autonomía personal. La Tabla 1, que cubre el periodo

2016-2019, revela que una mayoría abrumadora de las víctimas fatales son hombres, representando entre el 83% y el 91% del total anual, destacando así la disparidad de género en las fatalidades de tráfico.

Tabla 1: Mortalidad por siniestros viales según sexo (2016-2019)

Sexo	2016	2017	2018	2019
Masculino	147	123	179	119
Femenino	31	12	21	19
Total	**178**	**135**	**200**	**138**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del OPSEVI (2020)

5. Velocidad en el distrito nacional

Para abordar la siniestralidad vial en el Distrito Nacional, se seleccionaron cinco tramos de avenidas con alta incidencia de siniestros (ver tabla no.2), basándose en el Plan de Acción de Seguridad Ciclista y datos del INTRANT. Se midieron las velocidades vehiculares y se evaluó el impacto de la infraestructura y la falta de control policial en el exceso de velocidad, con el objetivo de contribuir a la meta del PENSV de reducir en un 50% las lesiones y muertes por tránsito para 2030. La metodología incluyó la caracterización de los tramos y la medición de velocidades operativas en diferentes horarios valle: 10.00 a.m. a 11:00 a.m., 3:00p.m. a 5:00 p.m. y de 7:00 p.m. a 9:00 p.m. y tipos de vehículo, contando con el apoyo de la DIGESETT.

Dentro de los resultados obtenidos se pudo observar que a pesar de que la OMS recomienda una velocidad segura de 50 km/h en zonas urbanas, el marco normativo del país establece un límite de 60 km/h y las muestras de velocidades vehiculares indican que el 82.88% de los conductores supera el límite seguro, y un 55.34% excede también el límite normativo, representando un alto riesgo especialmente para usuarios vulnerables como peatones, ciclistas y motociclistas. Por ende, el Distrito Nacional enfrenta un serio problema de exceso de velocidad, como lo evidencia la Tabla 2, donde se observa que las velocidades vehiculares en ciertos tramos duplican las recomendadas para la seguridad, alcanzando velocidades de hasta 114 y 140 km/h. Esto aumenta significativamente la probabilidad de colisiones y pone en riesgo la vida de las personas. Además, el percentil 85 de velocidad en cuatro de los cinco puntos estudiados está entre 76 y 80 km/h, lo que implica que el 15% de los conductores supera estas velocidades ya peligrosas. Esto resalta la urgente necesidad de incrementar los controles de velocidad en estos tramos viales, con el objetivo de alinear la velocidad vehicular al límite legal y seguro.

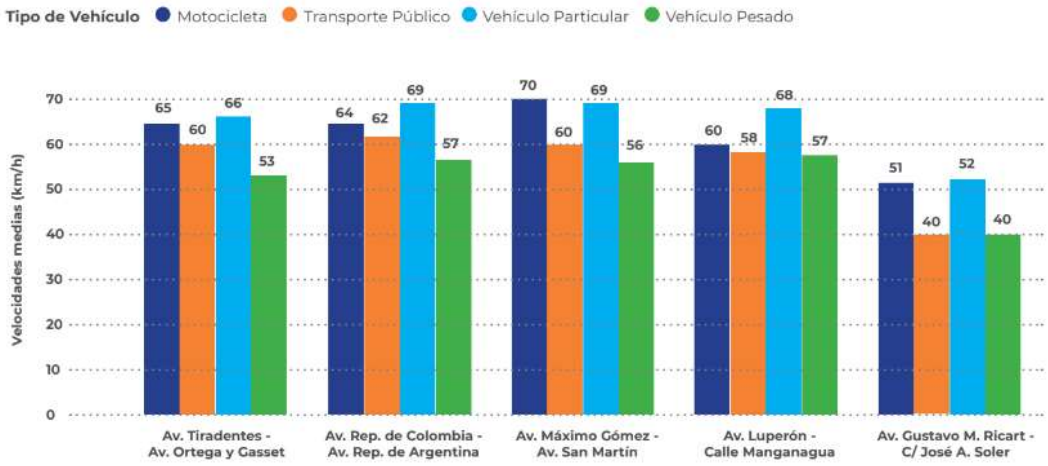
Tabla 2: Valores de velocidades por tramos de estudio.

Avenida	Tramo de estudio	Vel. Percentil 85 (km/h)	Vel. máx. registrada (km/h)
Abraham Lincoln	Av. Gustavo M. Ricard – C/José A. Soler	60	87
Los Proceres	Av. Rep. de Colombia – Av. Rep. de Argentina	80	114
John F. Kennedy	Av. Máximo Gómez – Av. San Martín	78	113
27 de Febrero	Av. Tiradentes – Av. Ortega y Gasset	76	139
27 de Febrero	Av. Luperón – C/Manganagua	78	140

Fuente: Elaboración propia a (2022)

En el análisis de velocidades por tipo de vehículo en los tramos estudiados, se destaca una tendencia alarmante de vehículos particulares y motocicletas excediendo los límites de velocidad segura, poniendo en peligro tanto sus vidas como las de otros. Las motocicletas, en particular, no solo representan una alta proporción de víctimas mortales en el Distrito Nacional, sino que también registran las mayores velocidades medias en avenidas como la John F. Kennedy.

Figura 5: Velocidades medias por tramos y medios de transporte. Fuente: Elaboración propia (2022)



6. Infraestructura y velocidad

Los elementos de diseño de una vía, como el ancho de carril, el diseño de intersecciones y la distancia entre ellas, influyen en la velocidad de la vía.

Los tramos viales estudiados, con características de diseño variadas, fomentan el exceso de velocidad. A pesar de tener un límite de velocidad de 60 km/h, estas vías están diseñadas para velocidades más altas, careciendo de medidas de pacificación de tráfico, como resaltos, y presentando más de tres carriles por sentido y anchuras de

carril variables que promueven velocidades superiores a 60 km/h. Además, la distancia entre intersecciones afecta la velocidad; por ejemplo, la Avenida Abraham Lincoln, con menor distancia promedio entre intersecciones, registra velocidades vehiculares más bajas.

Tabla 3: Característica de infraestructura de los tramos viales. Fuente Elaboración propia (2022)

Avenida	Longitud		Limite km/h	Velocidades más altas registradas Km/H	Carriles / Sentido	Ancho carriles (m)	Prom. distancia intersec-ciones (m)	Estado Señalización		Estado pavimento	Iluminación
	Vía (m)	Tramo (m)						Horizontal	Vertical		
Abraham Lincoln	4,120.5	470	60	87	3	2.55 - 3.25	235	Mala	Buena	Bueno	Buena
Los Próceres	3,834.7	1300	60	114	3	2.85 - 3.65	648	Regular	Regular	Bueno	Regular
John F. Kennedy	7,982.8	670	60	113	5	2.70 - 3.40	716	Regular	Buena	Bueno	Regular
27 de Febrero	8.802.5	630	60	140	4 y 5		594	Buena	Mala	Bueno	Mala

7. Conclusiones y recomendaciones

La gestión efectiva de la velocidad es crucial para reducir las víctimas de siniestros viales, especialmente entre la juventud. La implementación de medidas específicas, como la revisión de límites de velocidad, la reducción de estos en zonas urbanas de 60 a 500 km/h y la aplicación de controles policiales, se recomienda para abordar el exceso de velocidad en vías críticas. Además de mejorar la seguridad vial, la gestión de la velocidad contribuye a beneficios ambientales a corto y largo plazo, promoviendo entornos más seguros y sostenibles.

8. Referencias Bibliográficas

Alcaldía de Bogotá. (2019). Programa de Gestión de la Velocidad. Documento Base.

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2019). Programa de Gestión de la Velocidad para Bogotá. Recuperado de https://www.movilidadbogota.gov.co/web/sites/default/files/Paginas/23-09 2021/programa_de_ges-tion_de_la_velocidad.pdf, 2022.

Elvik, R., Christensen, P., & Amundsen, A. (2004). Speed and road accidents: An evaluation of the Power Model. In TOI report 740 (Vol. 740, Issue December).

Greibe, P. (2005). Hastighedens betydning for trafiksikkerheden - danske og udenlandske studier.Hussain

Q., Feng, H., Grzebieta, R., Brijs, T., & Olivier, J. (2019). The relationship between impact speed and the probability of pedestrian fatality during a vehicle-pedestrian crash: A systematic review and meta-analysis. Accident Analysis & Prevention. Recuperado de 129, 241–249. https://doi. org/10.1016/J.AAP.2019.05.033, 2022 .

Instituto Nacional de Transporte y Tránsito Terrestre, Organización Panamericana de la Salud, & Organización Mundial de la Salud. (2018). Guía metodológica para elaborar planes locales de seguridad vial.

International Transport Forum, & United Nations and Eurostat. (2020). Glossary for Transport Statistics 2019 5th edition. In Glossary for Transport Statistics 2019 5th edition. OECD. Recuperado de https://doi.org/10.1787/505b670b-en ITF, 2022.

Jindal, A., & Mukherji, S. (2005a). World report on road traffic injury prevention. Medical Journal Armed.Forces India, 61(1), 91. Recuperado de https://doi.org/10.1016/s0377-1237(05)80135-2, 2022.

López, J. S., Perez-Barbosa, D., Lleras, N., Hidalgo, D., & Adriazola-Steil, C. (2021). Effects of reducing and enforcing speed limits in selected arterial roads in Bogota. International Journal of Engineering, Social Justice, and Peace, 8(2), 50–71. Recuperado de https://doi.org/10.24908/ijesjp.v8i2.14276 Ms Anna Vadeby, 2022.

Blair Turner, K. M. (2018). Speed and crash risk. ITF (International Transport Forum). OMS. (2022, July).

Traumatismos causados por el tránsito. OMS, & Comisiones Regionales de las Naciones Unidas. (2021). Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2021-2030.

Organización Mundial de la Salud. OMS-. (2018). Global status report on road safety 2018. In Global Report. Recuperado de https://www.who.int/publications/i/item/9789241565684, 2022.

Organización Mundial de la Salud -OMS-. (2022, July 20). Traumatismos causados por el tránsito. Recuperado de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries, 2022.

Organización Panamericana de la Salud -OPS-, & Organización Mundial de la Salud -OMS-. (2017). Control de la velocidad. In Control de la Velocidad. Recuperado de https://www.paho.org/es/documentos/control-velocidad-2017, 2022

Welle, B., Sharpin, A. B., Job, S., Shotten, M., Bose, D., Bhatt, A., Alveano, S., Obelheiro, M., & Imamoglu, T. (2018). Sostenibilidad y Seguridad. Visión y marco para lograr cero muertes en las vías.

World Resources Institute. World Health Organization -WHO-. (2021, May 17). Streets for Life campaign calls for 30 km/ urban streets to ensure safe, healthy, green and liveable cities. Recuperado de https://www.who.int/news/item/17- 05-2021-streets-for-life-campaign-calls-for-30-km-h-urban-streets-to-ensure-safe healthy-green-and-liveable-cities, 2022.

World Health Organization -WHO-. (2018). Death on the roads. Recuperado de https://extranet.who.int/road- safety/death-on-the-roads/#country_or_area/DOM, 2022.

SELECCIÓN DE TRAMOS CRÍTICOS E INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL EN LA RED NACIONAL DE CARRETERAS DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

Yindhira Taveras
Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), Santo Domingo, República Dominicana,
ytaveras27@uasd.edu.do

Juan de Dios Martínez
Universidad Autónoma de Santo Domingo, Santo Domingo, República Dominicana,
jmartinez26@uasd.edu.do

Gleisson Mañón
Universidad Autónoma de Santo Domingo. Santo Domingo, República Dominicana,
gleissonmanon@gmail.com

RESUMEN

Las lesiones causadas por el tránsito ocasionan pérdidas económicas considerables para las personas, sus familias y los países en su conjunto. En la República Dominicana, fallecen más de 3000 dominicanos a causa de los traumatismos debidos al tránsito, por lo que en el entendido de que, la seguridad vial es un compromiso de todos, la Universidad Autónoma de Santo Domingo realizó esta investigación donde el principal objetivo fue identificar los principales tramos con mayor potencial de reducción de choques en la Red Nacional de Carreteras y realizar una inspección de seguridad vial en dichos tramos, utilizando las tesinas de los estudiantes que finalizan su grado de Ingenieros civiles.

Dentro de los resultados en los 70 tramos analizados están: Las bases de datos de siniestros y de la red vial, no están integradas, por lo que se dificulta la localización de los choques por no poseer unas coordenadas de cada siniestro, la mayor parte de los datos están en blanco o inexistentes. Se evidencian ineficiencias en la señalización vertical, ausencia de demarcación vial, falta de iluminación en ciertos tramos de la vía, daños en el pavimento, elementos de contención deteriorados, violaciones en las zonas libres de obstáculos. Y por último, las referidas al factor humano, el exceso de velocidad, distracciones al conducir, así como la no utilización de elementos de seguridad tales como cascos y cinturones en conductores y pasajeros. Se recomienda tomar en cuenta la academia para fomentar la práctica investigativa en los estudiantes, desarrollar en ellos la resolución de problemas, optimizar recursos en la gestión de la seguridad vial.

1. Introducción

La seguridad vial se ha convertido en una de las principales problemáticas en el Mundo, la región de las Américas y en la República Dominicana. Según la OMS cada año se pierden en el mundo aproximadamente 1,3 millones de vidas a consecuencia de estas lesiones. Entre 20 y 50 millones de personas sufren traumatismos no mortales, y muchos de ellos provocan una discapacidad. Los traumatismos debidos al tránsito son la principal causa de mortalidad entre los niños y los jóvenes de 5 a 29 años. Casi la mitad de las defunciones por esta causa afectan a usuarios vulnerables de la vía pública, es decir, a peatones, ciclistas y motociclistas. Las lesiones causadas por el tránsito ocasionan pérdidas económicas considerables para las personas, sus familias y los países en su conjunto. Las colisiones debidas al tránsito cuestan a la mayoría de los países el 3% de su PIB.

En su resolución A/RES/74/299, la Asamblea General de las Naciones Unidas ha fijado la ambiciosa meta de reducir a la mitad, de aquí a 2030, el número de defunciones y lesiones causadas por el tránsito en el mundo.

En la República Dominicana, según el INTRANT fallecen alrededor de 3000 dominicanos a causa de los traumatismos debidos al tránsito, la tasa de mortalidad de un 27.5%, estando por encima de la media regional y mundial, donde las motocicletas representan el 66.7%, seguido de los peatones con un 17.3% del total de fatalidades. Se resalta que el tipo de choque prevaleciente son las colisiones. Estas cifras se consideran alarmantes y por encima de cualquier pandemia que se haya vivido.

En el entendido de que la seguridad vial es un compromiso de todos, desde la Universidad Autónoma de Santo Domingo se planteó realizar una investigación donde el principal objetivo fue identificar los principales tramos con mayor potencial de reducción de choques en la Red Nacional de Carreteras de la República Dominicana entre los años 2010 y 2020 utilizando el método de Network Screening desarrollado en el Highway Safety Manual de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), así como los criterios del sistema seguro propuesto en la segunda década de acción para la seguridad vial definida en los objetivos de desarrollo sostenibles al 2030 declarados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la visión cero.

Además, de realizar inspecciones de seguridad vial en los tramos críticos, donde se identificaron factores asociados a la accidentalidad, tales como la condición de la infraestructura vial {(elementos del dimensionamiento geométrico-elementos de rectas, curvas, taludes y contrataludes, carriles, paseos entre otros elementos)

(pavimentos-rol de los pavimentos en la conducción segura, la serviciabilidad (serviciability), neumático, importancia de la interacción neumático-calzada, rugosidad, índice de regularidad internacional (International Roughness Index [IRI]), textura, fricción superficial en los pavimentos, defectos superficiales) (señalización de vías-señalización vertical, demarcación horizontal) (zona libre de obstáculo en carreteras) (sistema de contención vial) (consistencia del diseño geométrico)} y el comportamiento de los usuarios de la vía, con estudios del factor humano.

2. Metodología

Esta investigación se realizó utilizando un diseño mixto, de investigación cualitativa y cuantitativa, combinando la descripción de situaciones, eventos y hechos, con la medición. (Serrano, 2009).

Este tipo de investigación reúne las siguientes ventajas con respecto al área a estudiar:

- Clarifica y a formula el planteamiento del problema, así como las formas más apropiadas para estudiar y teorizar los problemas de investigación (Brannen, 1992 mencionado por Hernández, 2006).

- Apoya con mayor solidez las inferencias científicas, que si se emplean aisladamente (Feuer, Towne y Shavelson, 2002 mencionado por Hernández, 2006).

El sujeto de estudio es el tramo vial, definido como un segmento de la vía con características medidas y medidas de desempeño estimadas.

2.1. Materiales y métodos

Para realizar los estudios y dicha investigación se utilizaron los estudiantes que seleccionaron el curso equivalente de tesis o monográfico de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), durante el 2021 y 2022. Se utilizaron alrededor de 200 estudiantes separados en 4 grupos de 50 y estos a su vez en grupos de 3 personas por tramo.

Se realizaron dos actividades principales:

1. Identificar y seleccionar los principales tramos con mayor potencial de reducción de choques en la Red Nacional de Carreteras de la República Dominicana
2. Realizar inspecciones de seguridad vial en los tramos críticos, donde se identificaron factores asociados a la accidentalidad.

2.2. Selección de Tramos Críticos

Procedimientos

El procedimiento utilizado está basado en método aplicado por el Highway Safty Manual (HSM) de la American Asociation Highway Transportation Oficials (AASHTO) que detalla como primera fase, la identificación de los puntos críticos (hot-spot), calculando las medidas de desempeño correspondientes.

Network Screening

Según HSM, Network Screening es un proceso de revisión una red de transporte para identificar y clasificar los sitios de los más o menos propensos a realizar una reducción en el accidente. El mismo es la antesala de otro proceso más amplio de análisis de accidentes que involucra un diagnóstico, la selección de medidas correctivas (contramedidas), y un análisis económico de las mismas.

El mismo manual establece que aquellos sitios identificados como los más propensos a realizar una reducción en la frecuencia de choque o "hot-spots", se estudian con más detalle para identificar patrones de choque y seleccionar las contramedidas

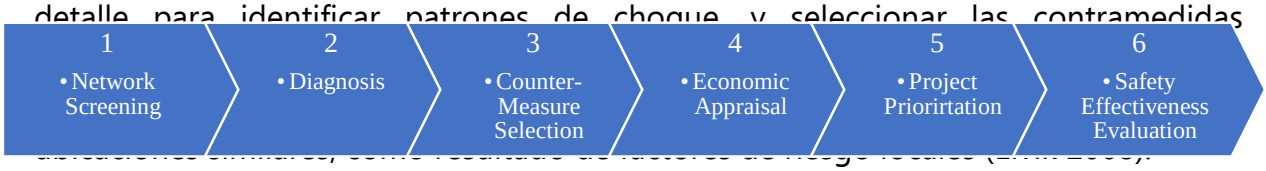


Figura 1: Proceso de evaluación de la seguridad vial por el HSM

Base de datos a utilizar

El estudio se fundamentó en los datos de dos bases de datos de instituciones diferentes. La primera corresponde al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (MOPC) sobre las características de la Red Nacional de Carreteras (RNC). La segunda corresponde a la Dirección General de Tránsito y Transporte Terrestre (DIGESETT) sobre el registro de accidentes por año. La base de datos suministrada por la DIGESETT corresponde a los años comprendidos entre el periodo 2010 y 2020. *De este periodo solo fue posible 61,346 registros localizables y disponibles para análisis.*

Revisión de la red y asignación de siniestros

La revisión de la red implica tener un conocimiento de esta, que implique su categorización e identificación de los tramos de esta (inicio y fin de cada tramo), factores externos como la longitud de sus tramos o sus características geométricas,

factores internos como el transito promedio diario anual (AADT), su composición vehicular y las tasas de crecimiento asociadas a cada tipo de vehículo y evidentemente también implica conocer el número de accidentes ocurridos en dicha red. La asignación de siniestros implica la localización geográfica de los accidentes en los tramos de la red previamente revisada, dados sus puntos de inicio y fin.

Red Nacional de Carreteras de la Republica Dominicana

Según el (MOPC, 1982), en el Reglamento de Diseño Geométrico y (MOPC, 2012), las carreteras son infraestructura de transporte cuya finalidad es permitir la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y de comodidad. Las mismas se pueden clasificar según su función en:

1. Carreteras de la red primaria o troncal: Son aquellas que unen las regiones extremas del país, sirven de recolectoras del tráfico de las regiones adyacentes a ellas y están destinadas, sobre todo, al tráfico de largos recorridos.
2. Carreteras de la red secundaria o regional: Son aquellas que enlazan las comunidades de una región, desembocan en carreteras de la primaria y se destinan a trayectos de alcance medio. En ocasiones comunican comunidades de varias regiones.
3. Carreteras de la red terciaria o local: Son aquellas que comunican las carreteras secundarias con puntos de difícil acceso, generalmente de producción agrícola.

La base de datos del MOPC contiene información sobre los siguientes campos:
NUMERO DE TRAMO, INICIO TRAMO, FIN TRAMO, LONGT (KM), PROGRESIVA INICIO, PROGRESIVA FIN, TOPOGRAFIA, CARRILES, TIPO PASEO IZQUIERDO, ANCHO PASEO IZQQUIERDO, TIPO CALZADA, ANCHO CALZADA, TIPO PASEO DERECHO, ANCHO PASEO DERECHO, GRADO CURVATURA PROMEDIO, NUMERO DE PUENTES, NUMERO DE ALCANTARILLAS, AADT 2016, AADT 2018, %Automóvil, %Utilitario, %Bus, %C. Liv., %C.C2, %C.C3, %Tr&St, Tasa Automóvil, Tasa Utilitario, Tasa Bus, Tasa C. Liv., Tasa C.C2, Tasa C.C3, Tasa Tr&St.

Accidentes sobre la Red Nacional de Carreteras de la Republica Dominicana

La base de datos de la DIGESETT contiene el levantamiento de los accidentes ocurridos en este periodo, realizado por agentes de esta institución como por agentes de la policía nacional. Dicha base de datos contiene información detallada sobre los eventos, como el lugar de ocurrencia y la severidad de este (lesión o fatalidad), con los siguientes campos levantados:
ID, NO, AÑO, MES, DIA, MES, DIA, SEMANA, HORA, RANGO, HORA, PROFESION, RANGO MILITAR, NO. DE ACCIDENTE, NOMBRE DE LOS LESIONADOS, CEDULA / PASAPORTE, SEXO, NACIONALIDAD, EDAD, RANGO, EDAD, TIPO DE ACCIDENTE, DETALLE DEL ACCIDENTE, CONDICION DE LA VICTIMA, CASCO, MEDIO DE TRANSPORTE DE LA VICTIMA, UBICACIÓN, TIPO DE LA VIA, NOMBRE DE LA VIA,

KILOMETRO, TRAMO DE LA VIA, SECCION / PARAJE, REFERENCIA, ZONA, SECTOR / BARRIO, PROVINCIA, MUNICIPIO, DISTRITO, MUNICIPAL, TOTAL, SEVERIDAD

Una vez disponible la base de datos se procedió a limpiar la misma para proceder a agregar el tipo de carretera donde ocurrió, así como asignar en número de tramo correspondiente a la misma en función de la ubicación del siniestro, según codificación realizada por el ministerio de obras públicas y comunicaciones.

La codificación de los tramos requirió del conocimiento no solo de la red, pero del territorio a través de la información geográfica disponible sobre la red, ya que la localización de los siniestros, a través del campo de ubicación encontrado en la base de datos suministrada por la DIGESETT es muy ambigua al respecto, encontrándose en muchos casos, tramos que no tienen el kilometraje de la vía donde ocurrió el siniestro. *Finalizado el proceso, solamente se contó con 10,697 registros de la base datos anterior de accidentes,* con información correspondiente a la correcta ubicación geográfica de los accidentes ocurridos en la República Dominicana desde el 2011 al 2020.

La base de datos depurada arrojó un registro de todos estos tramos, con su código de identificación, la longitud de este, el transito medio diario anual (AADT por sus siglas en ingles) y el total de accidentes ocurridos en dicho tramo, en dicho periodo de tiempo. El registro total de tramos con accidentes localizados fue de 347 tramos de un total de 432 que contine la Red Nacional de Carreteras, como se muestra en el cuadro siguiente. Estos tramos fueron analizados utilizando 4 métodos de estimación de esperanza de choques: Frecuencia de Choques (CF, Crash Frecuency), que es definido como el número de choques en un espacio de tiempo determinado; La Tasa de Choques (Crash Rate) definida como la frecuencia de choques por unidad de vehículos por distancias viajadas (VMT o VKT); Total de Choques Equivalente a la Propiedad (EPDO), definido como el número de choques estimados que tienen un efecto similar a choques ocurridos sobre la propiedad; y la Tasa Critica de Choques (RC) definida como la tasa de choques que sobrepasa una tasa critica estimada en la población de referencia.

Tabla 1: Muestra base de datos limpia

Tramos	Length	AADT	Accidents
1.01	1.05	30975	90
1.02	1.84	44423	66
1.03	3.64	44423	50
1.04	12.62	21082	27
1.05	13.4	30975	36
1.06	2.47	30975	15
1.07	14.03	30975	86

2.3. Inspecciones de seguridad vial

La presente investigación aborda las inspecciones de seguridad vial realizadas en tramos de carreteras seleccionadas, distribuidos en varias de las provincias de la República Dominicana. La metodología empleada se fundamenta en la "Guía técnica para la aplicación de inspecciones de seguridad vial en los países de América Latina y el Caribe" proporcionada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Este enfoque metodológico se erige como un marco integral y estandarizado que asegura la calidad y consistencia de los resultados obtenidos.

La seguridad vial es un componente crítico en la infraestructura de transporte, y su inspección se torna esencial para garantizar la integridad y eficiencia en la operación de las carreteras. En este contexto, la Guía brindada por el Banco Interamericano de Desarrollo, surge como una herramienta invaluable que armoniza los protocolos de inspección en la región de América Latina y el Caribe, promoviendo la homogeneidad en la evaluación de la seguridad vial.

La investigación se llevó a cabo mediante un diseño de muestreo estratégico, abarcando tramos representativos en distintas provincias de la República Dominicana. La selección de estos tramos se fundamentó en criterios específicos como zonas de mayores incidencias en siniestros viales identificados, documentados en distintas bases de datos de entidades que tienen ligadas al transporte por carreteras. A su vez se verificaron aspectos definidos por la Guía del BID, considerando factores como el flujo vehicular, condiciones topográficas y densidad poblacional.

Los instrumentos de inspección utilizados fueron diseñados conforme a los lineamientos detallados en la Guía técnica del BID. Estos incluyen protocolos de observación, mediciones de variables clave y evaluaciones de riesgos potenciales. La estandarización de estos instrumentos permitió la recopilación de datos objetivos y comparables entre diferentes tramos de carretera.

Siguiendo la metodología del Banco Interamericano de Desarrollo, el proceso de inspección se dividió en fases claramente definidas aplicando cuatro (4) de las siete (7) fases establecidas, atendiendo a la Programación; Preparación de inspección; Visita de campo; y la elaboración del informe de inspección. Esto involucró un proceso de planificación de la inspección, hasta la realización de inspecciones visuales in situ. La recopilación de datos se llevó a cabo de manera sistemática, garantizando la exhaustividad y precisión en la evaluación de la seguridad vial, así como también las evidencias fotográficas generadas durante las expediciones realizadas.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico detallado, empleando técnicas específicas recomendadas por la Guía del BID. Se destacó la identificación de patrones, tendencias y áreas críticas en términos de seguridad vial. Este análisis proporcionó perspectivas valiosas para la formulación de recomendaciones y estrategias de mejora.

3. Resultados

Los resultados mostraron que del total de 347 tramos obtenidos con información sobre los que se aplicaron los métodos de análisis recomendados por el HSM, 52 tramos se encuentran dentro del top 3 con un método de análisis de choque, 42 tramos se encuentran dentro del top 3 con dos métodos de análisis de choque, 25 tramos se encuentran dentro del top 3 con 3 métodos de análisis de choque y solo 4 cumplen con estar dentro del top tres con los cuatro métodos. El cuadro siguiente muestra la cantidad de tramos que se encuentran dentro del top tres según el método aplicado.

Tabla 2: Cantidad de tramos que se encuentran dentro del top tres según el método aplicado.

CONDICIÓN	CF.	R.	EPDO.	RC.
CUMPLE	84.00	31.00	31.00	93.00
NO CUMPLE	263.00	316.00	316.00	254.00
Grand Total	**347.00**	**347.00**	**347.00**	**347.00**

Durante las exhaustivas inspecciones de seguridad vial llevadas a cabo en los tramos de análisis, siendo en su gran mayoría vías primarias y secundarias y con promedio de unos veinte (20) kilómetros de longitud se destaca los siguientes resultados:

Concerniente a la geometría de la vía, se evidenciaron condiciones de visibilidad, así como mejoras en la separación entre carriles para evitar choques frontales en las vías 1 + 1. También se comprobó la necesidad de un rediseño en la geometría en algunos puntos de los tramos de análisis para mejorar así las condiciones en la circulación en estas vías.

Al evaluarse el estado de la capa de rodadura, se determinó que más de un 50 % de los tramos evaluados, presentaban algunas fallas sobre el pavimento entre lo que se destacan los baches, fisuras longitudinales, grietas de cocodrilo, grietas longitudinales, grietas transversales, peladuras, entre otras.

Concernientes a las zonas libres de obstáculos gran parte de estas no presentan las condiciones necesarias para la maniobrabilidad de los conductores ante si se presenta una salida errante durante la conducción o si se realiza por condiciones de

maniobrabilidad para evitar algún choche sobre la calzada. La falta de condiciones tales como zonas libres de obstáculos con taludes que no permiten la recuperación de los vehículos para integrarse a la vía, hasta taludes que provocan el volcamiento, acompañados de obstáculos fijos y móviles, propician las situaciones idóneas de muertes o lesiones graves para los conductores que salen del área de circulación vial. Se destaca la presencia de viviendas en varios de los tramos analizados, arboles, postes, taludes no recuperables letreros, entre algunos otros elementos que son movibles.

En los apartados de demarcación vial, en este último se visualiza que en la mayoría de los tramos evaluados es notorio las condiciones de deterioro total observándose líneas desgastadas y borrosas, la falta de marcas elevas para la canalización del tránsito, en los tramos donde se cuenta con la demarcación estas carecen de una adecuada retrorreflectividad.

Continuando con los elementos que guían a los usuarios de las vías se presenta las condiciones de las señales verticales, las cuales en su mayoría presentan un deterioro generalizado, ya sea por obstaculización, vandalismo, falta de retrorreflectividad, señales chocadas, etcétera.

Durante la evaluación de los sistemas de contención vehicular, se ha evidenciado que en el país aún se utiliza los terminales tipo cola de pez, los cuales son mortales al momento de que un vehículo se intercepta uno de estos terminales. Estos terminales estuvieron presentes en todos los tramos donde había barandas. A su vez se han evaluados barandas que no cumplen con una adecuada instalación. Se han evaluado tramos en los sistemas de contención vehicular han sido sustraídos, así como también zonas en los cuales carecen de estos sistemas y que son propicios a volcamientos, zonas de abismos, puntos donde es necesario proteger algún elemento entre otras condiciones donde es evidente el uso de estos sistemas de contención.

Gran parte de los tramos evaluados carecen de la iluminación vial, ya sea porque no están instalados, zonas instaladas, pero sin el mantenimiento adecuado presentando amplias zonas de penumbras, así como un inadecuado sistema de iluminación que no cumplen con los estándares establecidos para tener un adecuado alumbramiento durante las condiciones nocturnas.

4. Conclusiones y recomendaciones

La aplicación rigurosa de las metodologías utilizadas ha permitido obtener una visión integral y sistemática de la seguridad vial en los tramos de carreteras analizados en la República Dominicana. Los resultados obtenidos constituyen una base sólida para la

implementación de medidas correctivas, la promoción de un entorno vial más seguro y eficiente.

Se evidencia falta de mantenimiento en la infraestructura vial, así como también factores de riesgo humano que ponen en peligro la vida de todos los actores en la vía. Dentro de las recomendaciones, se encuentran:

- Tomar en cuenta los resultados de cada estudio en particular de cada tramo, ya que están inventariados y analizados Metro a Metro, con sus posibles soluciones diseñadas y planteadas en cada situación encontrada.
- Apostar y destinar más recursos a la Educación Vial, acompañada de las soluciones físicas relacionadas a la infraestructura.
- Tomar en cuenta la academia para fomentar la práctica investigativa en los estudiantes, desarrollar en ellos la resolución de problemas asociados a la realidad de nuestras ciudades y optimizar recursos en la administración y gestión de la seguridad vial.

5. Referencias Bibliográficas

AASTHO. (2009). *Highway Safety Manual.* Washington, D.C.: AASTHO.

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2015). *Guía BID de Apoyo a Proyectos de Seguridad Vial.* Obtenido de http://www.iadb.org

Congreso Nacional de la República Dominicana. (24 de Febrero de 2017). Ley de Movilidad, Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial de la República Dominicana. Santo Domingo: G. O. No. 10875 del 24 de febrero de 2017.

Diario Libre. (21 de octubre de 2013). *El costo de accidentes de tránsito en la República Dominicana equivale al 2.2% del PIB anual*. Obtenido de Diario Libre: https://www.diariolibre.com/noticias/el-costo-de-accidentes-de-trnsito-en-la-repblica-dominicana-equivale-al-2-2-del-pib-anual-LMDL407590

(FONDET), F. d. (2015). Impacto Económico y Social de los Accidentes de Tránsito. *Revista Mensual Informativa* , 16.

Guzman, e. (17 de Noviembre de 2015). *Costo accidentes de tránsito representan 5% PIB*. Obtenido de Hoy Digital: http://hoy.com.do/costo-accidentes-de-transito-representan-5-pib/

Hauer, E. (2015). *The Art of Regression Modeling in Road Safety.* Toronto, Canada: Springer International Publishing Switzerland .

Hernández, R. (2006). *Metodologia de la Investigación.* Mexico, D.F.: MacGraw Hill.

Holguin, M. (2017). *Indicadores de Siniestralidad de la República Dominicana 2016.* Santo Domingo: FundaRed.

National Traffic Safety Administration (NHTSA). (May de 2015). *The Economic and Societal Impact of Motor Vehicle Crashes, 2010 (Revised).* Washington, D.C.: Wahsintong, DC,United State of America: U.S. Department of Transportation - National Highway Traffic Safety Administra. Obtenido de The Economic and Societal Impact of Motor Vehicle Crashes, 2010 (Revised).

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2015). *Informe sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial 2015.* Ginebra: Organización Mundial de la Salud (OMS).

Osorio, J. P. (5 de febrero de 2014). *Mortalidad por accidentes de tránsito en República Dominicana, ¿eventual o habitual?* Obtenido de Observatorio Político Dominicano de FUNGLODE: http://www.opd.org.do/index.php/analisis-politicas-publicas/mortalidad-en-rd-analisis-politicas-publicas/922-mortalidad-por-accidentes-de-transito-en-republica-dominicana-ieventual-o-habitual

Puello, A., Bhatti, J., & Salmi, L. (2013). Feasibility of road traffic injury surveillance integrating police and health insurance data sets in the Dominican Republic. *Rev Panam Salud Publica*, 34(1):41–6.

Sinha, K., & Labi, S. (2007). *Transportation Decision Making, Principles of Project Evaluation and Programming.* New Jersey: John Wiley & Sons.

Tiwari, G., & Mohan, D. (2016). *Transport Planning & Traffic Safety.* Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor y Francis Group.

ÁREAS TEMÁTICAS

TRANSPORTE DE CARGA

IMPACTOS DE PUERTOS DE GRAN CAPACIDAD SOBRE EL ENTORNO URBANO

Henry Malbran Rojas
Empresa Portuaria San Antonio. Hmr20@mi.cl

RESUMEN

Desde hace décadas el comercio *mundial* se desarrollado en torno transporte de contenedores. En todas partes, las cadenas logísticas han debido adaptarse a esta forma de transporte y desarrollar las facilidades físicas, operativas y culturales necesarias para competir eficientemente en un contexto *contenerizado* cada vez más estandarizado y globalizado. Este fenómeno ha transformado el comercio exterior de los países e implicado disponer de puertos especializados o acondicionados para la transferencia masiva de contenedores y la atención de las naves portacontenedores. Es fácil ver que de esta disponibilidad dependerá buena parte de los costos del flete de los productos que se comercian y la competitividad de las economías nacionales.

Pero el desarrollo de nuevas facilidades portuarias no es suficiente para proveer servicios logísticos eficientes. También se necesita desarrollar los servicios de transporte terrestre (viales y ferroviarios) que conecten los puertos con su hinterland, cuestión que levanta sus propios desafíos. En particular para las ciudades donde se localizan los puertos, tales accesos tienen significativos impactos sobre la población, la calidad de vida, el entorno urbano y el capital ecológico.

Prever y mitigar dichos impactos, planificando el desarrollo de los accesos y conexiones terrestres junto con el desarrollo de los puertos especializados en la transferencia masiva de contenedores, debe ser un objetivo primario de la planificación portuaria. Este documento está básicamente dedicado a revisar los impactos urbanos que suelen tener las conexiones terrestres de estos puertos.

1. Introducción

Desde hace varias décadas el comercio *mundial* se ha ido desarrollando en torno transporte de contenedores. En todas partes, las cadenas logísticas han debido adaptarse a esta forma de transporte y desarrollar las facilidades físicas, operativas y culturales necesarias para competir eficientemente en un contexto *contenerizado* cada vez más estandarizado y globalizado. Dadas sus ventajas económicas y de eficiencia logística, es previsible que el comercio internacional continúe acentuando esta tendencia con todo tipo de bienes que permitan su transporte en contenedor. En el largo plazo es posible que solo los graneles (líquidos y secos) y ciertas cargas especiales continúen transportándose de otras maneras.

En la mayoría de los países, este fenómeno ha transformado su comercio exterior y ha implicado disponer de puertos (nacionales y/o vecinos) especializados o acondicionados para la transferencia masiva de contenedores y la atención de las naves portacontenedores. Es fácil ver que de esta disponibilidad dependerá buena parte de los costos del flete de los productos que se comercian y la competitividad de las economías nacionales. En particular, esto es cierto para todos los países de Latinoamérica, que necesariamente utilizan transporte marítimo para acceder a los mercados de Norteamérica, Asia y Europa. En varios países del continente (como Perú, Colombia y Chile, entre otros) se construyen nuevos puertos o terminales especializados en la atención de contenedores.

Pero el desarrollo de nuevas facilidades portuarias no es suficiente para proveer servicios logísticos adecuados al comercio de un país. Es necesario también desarrollar los servicios de transporte terrestre (viales y ferroviarios) que conecten los puertos con su *hinterland* o zona de influencia, cuestión que levanta sus propios desafíos.

La dinámica operativa principal de cualquier puerto o terminal especializado en contenedores está dada por la llegada de naves que deben cargar y descargar una determinada cantidad de contenedores en el menor tiempo posible. El desafío del puerto es utilizar sus grúas y otros equipos para realizar rápidamente estas maniobras y liberar la nave. Sin embargo, habitualmente la mayor restricción los puertos son las áreas de acopio de contenedores, y las facilidades de conexión terrestre para que los contenedores entren y salgan del área portuaria lo más rápidamente posible.

En épocas de gran actividad portuaria (péaks de importaciones o exportaciones) esto significa una gran cantidad de vehículos terrestres (camiones y ferrocarriles) con origen o destino en el puerto, que habitualmente interactúan con el transporte y el entorno urbano de las ciudades donde están localizados los puertos. Este documento está básicamente dedicado a revisar los impactos urbanos que suelen tener las conexiones

terrestres de los puertos, ejemplificando con puertos de la zona central de Chile, donde se localizan los mayores centros de producción y consumo del país-.

Antes de eso, es útil analizar a los escenarios de transporte marítimo de contenedores que han modificado radicalmente los requerimientos de las conexiones terrestres y sus impactos urbanos.

2. Evolución reciente del transporte marítimo de contenedores

La rápida evolución hacia la *contenerización* de la carga trajo consigo fenómenos logísticos nuevos. Por ejemplo, se generó un flujo de *cajas* (contenedores) que a veces transportan carga y a veces se mueven vacíos, en retorno a sus lugares de origen o a nuevos lugares de carga o acopio. Es decir, se introduce una logística distinta, que ya no solo concierne al transporte de la carga misma, sino también a los *contenedores* donde se mueven las mercancías. Y puesto que en la generalidad de los casos existen significativos desbalances entre importaciones y exportaciones de un país, el movimiento y tratamiento de contenedores vacíos se convierte en un problema en sí mismo.

Agréguese a ello la aparición de contenedores *refrigerados*, que dieron un impulso fundamental al comercio de productos perecibles (carnes, pescados, frutas, etc.) que ahora tenían ventanas de tiempo mucho mayores de comercialización a costos mucho menores. Sin embargo, los contenedores *refrigerados* necesitan facilidades eléctricas adicionales para mantener la cadena de frio en toda su ruta logística; ello significa tanto los medios de transporte (camiones, ferrocarriles y buques) como los lugares de copio, deben proveer energía eléctrica para participar en su transporte. Ello también levanta requerimientos logísticos particulares para este tipo de contenedores.

Pero quizás el mayor impacto sobre los puertos los produjo la aparición de las naves exclusivamente portacontenedores y el acelerado crecimiento de su tamaño en pocas décadas. Los primeros buques exclusivamente dedicados al transporte de contenedores aparecieron en la década de los 1970, con largo (eslora) de unos 250 metros y una capacidad de transporte de 2.500 TEUS[26]. A principios de los 2.000 las naves post-Panamax ya habían alcanzados dimensiones de 340 metros de eslora y capacidad de hasta 8.500 TEUS. Actualmente, las naves comunes en las rutas marítimas

[26] TEU (*Twenty-foot Equivalent Unit*) y corresponde a la unidad de medida utilizada para especificar la capacidad de carga de los contenedores. Las dimensiones de un contenedor estándar son de 20 pies de largo por 8 de ancho y 8 de altura. Su tara des de 2,5 TM con un volumen para carga de aproximadamente 32 m3. El peso máximo de un TEU estándar no debe superar los 25 TM (incluyendo su tara). Actualmente, la mayoría de los contenedores utilizados son de 40x8x 8 pies(FEU) con dimensiones y capacidad equivalentes a 2 TEU.

más importantes operan con naves de 400 metros de eslora, 56 metros de ancho (manga) calado de 16 metros, capaces de transportar hasta 20.000 TEUS. Y ya se han puesto órdenes de compra en los astilleros por naves de hasta 25.000 TEUS.

Las razones de este rápido crecimiento de las naves son esencialmente económicas. Las líneas navieras han utilizado buques cada vez más grandes en virtud de las economías de escala que se producen al transportar un mayor número de contenedores, particularmente en naves más modernas, con nuevas tecnologías de navegación, motores y uso de combustibles más eficientes y ecológicos. Dado que la demanda por transporte de contenedores también creció a tasas altas y continuas, el mayor costo de las nuevas naves se compensó con el aumento del volumen de demanda, especialmente en los mercados más importantes (Asia-Europa, Norteamérica). Para los mercados secundarios (Latinoamérica) el impacto fue también notable, aunque no necesariamente debido al alto crecimiento de la demanda. A medida que las líneas navieras operaron con buques más grandes las rutas más importantes, las naves desplazadas con vida útil remanente, fueron reasignadas a las rutas secundarias (conocido como *efecto cascada*). Las naves más pequeñas y antiguas fueron retiradas del mercado naviero.

Las naves más grandes requieren de terminales portuarios no solo de mayor tamaño, sino también el desarrollo de nueva capacidad de operación para atender un gran volumen de contenedores en un corto espacio de tiempo. El alto costo de las naves de gran tamaño obliga a minimizar el tiempo que la nave permanece detenida en puerto, cargando o descargando contenedores. Los terminales portuarios deben adaptarse a las nuevas exigencias del operador marítimo, so pena que las grandes naves dejen de visitar el puerto y se impacte la competitividad del comercio exterior de un país.

En otras palabras, las compañías navieras han traspasado parte importante del costo de producir sus propias economías de escala y eficiencia a los puertos y los terminales portuarios responsables de atender eficientemente dichas naves. A su turno, para lograr dicha eficiencia, los terminales portuarios no solo deben optimizar la atención de las naves, sino también ampliar y mejorar la gestión de sus áreas de acopio, sino también optimizar la infraestructura y la gestión de los accesos terrestres a los puertos (viales y ferroviarios) para posibilitar la rápida entrada/salida de la carga.

3. Impactos de Sobre el Transporte de los Accesos Terrestres a los Puertos

En la generalidad de los casos, los puertos están localidades dentro de ciudades marítimas que crecieron junto con las actividades portuarias, pero este maridaje puede condicionar el desarrollo de ambos. La relación ciudad-puerto es compleja y frecuente

origen de conflictos de difíciles y costosas soluciones. Por una parte, la ciudad y el país necesita crecer económicamente para lo cual se necesita ampliar sus capacidades portuarias, pero la ciudad y los ciudadanos también necesitan proteger y mejorar su calidad de vida, su entorno urbano y ecológico.

Ampliar las capacidades portuarias (o construir un nuevo puerto) siempre es un evento discreto que se produce cada muchos años, incluso siglos. La alta inversión requerida por la infraestructura y el equipamiento portuario, sumado a la característica de gran envergadura de cualquier ampliación, hacen que los impactos sobre los accesos terrestres y el entorno urbano sean muy significativos.

Tómese por ejemplo el caso de Chile, donde el 90% de su comercio exterior utiliza vías marítimas, y una buena parte se moviliza en contenedores. Los mayores requerimientos portuarios nacionales se presentan en la zona central de Chile (V Región) donde se localizan los puertos de Valparaíso y San Antonio. El año 2021 ambos puertos transfirieron 32 millones de toneladas, 75% de ellas en contenedores (2,5 millones TEUS) y su capacidad conjunta llega a unos 4 millones de TEUs/año. Las estimaciones técnicas indican que la demanda por transferencia de contenedores superará la capacidad portuaria conjunta de Valparaíso y San Antonio a principios de la próxima década, con complejas derivaciones para la economía nacional.

Dada esta situación, el Estado de Chile comisionó a la Empresa Portuaria San Antonio para construir un nuevo Puerto Exterior, aledaño al actual, con capacidad de transferir hasta 6 millones de TEUS/año, en dos terminales de 3 MM TEUS/año cada uno, el primero de los cuales operará a mediados de la próxima década.

Figura 1: Esquema General del Diseño del Puerto Exterior de San Antonio

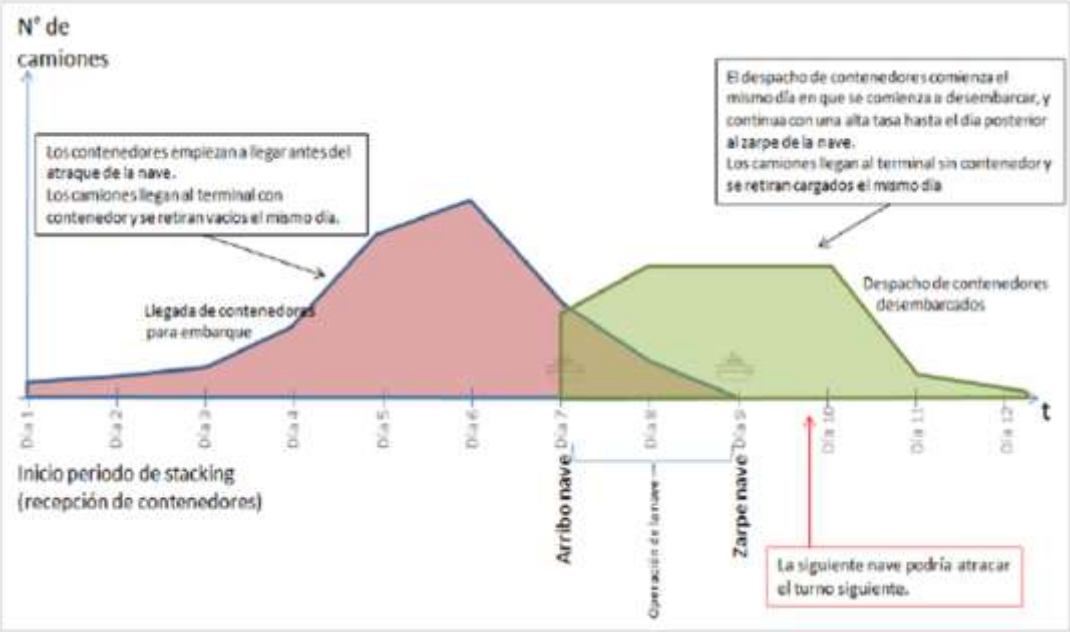
Fuente: EPSA, Empresa Portuaria San Antonio

Al margen de la complejidad propia del diseño de un puerto de esta envergadura, este no estará completo si no ha resuelto sus accesos terrestres, es decir las conexiones viales y ferroviarias del puerto con su área de influencia o *hinterland*, varios cientos o miles de kilómetros tierra adentro. El desarrollo de estas redes de conexión puede requerir inversiones de órdenes de magnitud similares o al menos de una fracción significativa al desarrollo del puerto mismo. En efecto, las conexiones terrestres solo pueden ser viales o ferroviaria, ambos con altos costos de infraestructura.

En el primer caso normalmente será necesario ampliar las carreteras que unen al puerto y la ciudad donde está localizado con el resto de las redes viales del país, lo cual es un costo importante en cualquier parte (de MMUS$ 1 a 5 por kilómetro de una nueva vía) A ello habrá que sumar el costo del material rodante (camiones) que requerirá le transporte vial de carga del nuevo puerto.

Además, es importante considerar que la llegada / salida los camiones al recinto portuario no es temporalmente homogénea: está determinada por el arribo de las naves al puerto. Los camiones empiezan a llegar al puerto antes del atraque de la nave, para acopiar los contenedores de exportación y terminan de salir después que la nave ya ha zarpado, para llevar los contenedores de importación hasta su destino final.

Figura 2: Esquema General Llegada de camiones Asociada al Arribo de Naves



La capacidad de gestión de la llegada y salida de los camiones asociada al atraque de las naves es por supuesto crucial para mitigar impactos y externalidades negativas sobre sobre la ciudad y el entorno urbano. En épocas de alta demanda portuaria, es común que el número de camiones tratando de entrar o salir del puerto superen la

capacidad del recinto portuario para acopiar contenedores y simultáneamente atender bien el flujo de camiones. Como resultado, se produce congestión vial dentro del recinto y fuera de éste (es decir en la ciudad) con el consiguiente aumento de tiempos de espera y de atención de las naves e incertidumbres (costos) para el comercio exterior.

La congestión producida en la ciudad por el exceso de camiones entrando o saliendo del puerto es una fuente mayor de rechazo local y ciudadano a las operaciones portuarias, incluso entendiendo su necesidad económica para el comercio local o nacional. Tal como las líneas navieras traspasan la responsabilidad de atender naves cada vez más grandes a los terminales portuarios, frente a episodios de alta demanda los puertos suelen imponer a sus entornos urbanos las externalidades negativas de su propia operación, en la forma de mayor congestión, contaminación y otros.

Las soluciones a este problema no son fáciles y normalmente costosas, como se ha dicho. Idealmente debería segregarse lo más posible el flujo de vehículos de carga asociado al puerto (camiones) del flujo de vehículos de los habitantes (en particular, vehículos livianos y transporte público). Pero esta solución puede ser muy compleja y costosa de implementar. Otra solución es la implementación de Zonas de Apoyo Logísticos en las afueras de la ciudad; básicamente estas son zonas cerradas donde llegan los camiones y esperan la orden de bajar al puerto justo en el momento y en la ubicación donde son requeridos dentro del recinto portuario. Tales zonas han sido implementadas con éxito en el Puerto de Valparaíso uy otros en Chile, produciendo importantes mejoras logísticas y alivios para el sistema de transporte urbano de las ciudades. Requieren de apoyo informático para el agendamiento, programación y coordinación con el puerto y los choferes, pero son condiciones perfectamente abordables, aunque no solucionan del todo la cogestión de camiones al puerto.

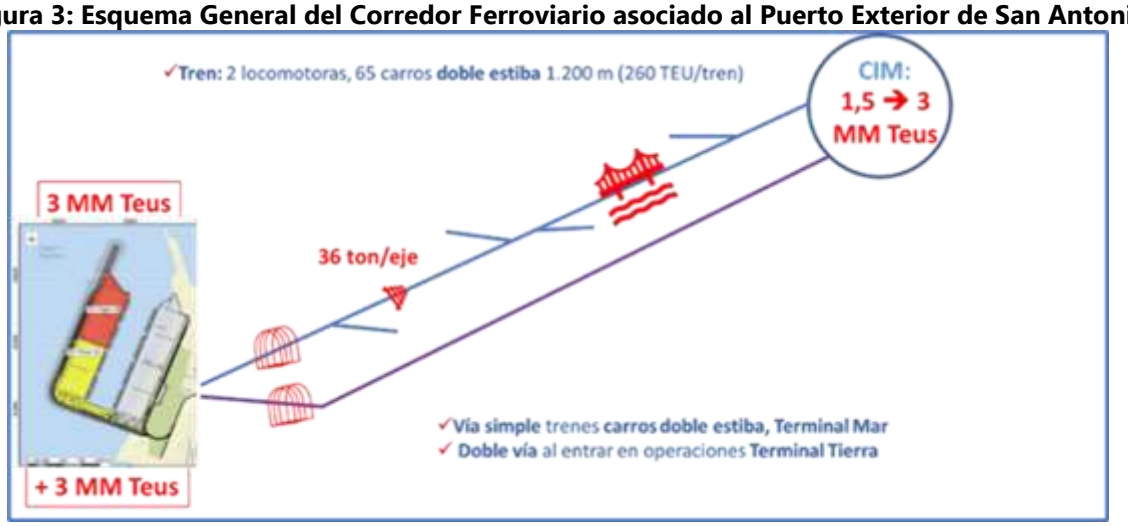
La alternativa ferroviaria de acceso al puerto es bastante mejor que la opción vial en términos económicos, eficiencia operativa, externalidades e impactos sobre la ciudad. Una gran ventaja es que su capacidad de transporte no está limitada por la congestión vehicular y el sistema ferroviario puede segregar más fácilmente del transporte propio de la ciudad. Desafortunadamente es también la opción más costosa en términos de infraestructura y material rodante, en particular cuando se debe implementar a través de una ciudad que ya existe.

Tómese por ejemplo el Corredor Ferroviario Alameda de aproximadamente 30 kilómetros de largo, que une los puertos de Los Ángeles y Long Beach (California, Estados Unidos) con la red ferroviario nacional. Este corredor segrega casi completamente el flujo de trenes del flujo vehicular de una megaciudad como Los Ángeles, atravesando tos su área urbana. Incluye una serie de trincheras, puentes,

pasos subterráneos, pasos elevados y mejoras en las calles que separan los trenes de carga del tráfico de las calles y los trenes de pasajeros, lo que permite gran eficiencia operacional para los trenes que van y vienen del puerto. El año 2020, por este Corredor se movilizó 4,5 millones de TEUS con un flujo de unos 30 trenes por día. La inversión de la infraestructura del Corredor Alameda es estima aproximadamente en US$ 2.000 millones.

En el caso de Puerto Exterior de San Antonio, desde su diseño original este proyecto estuvo asociado al desarrollo de un Corredor Ferroviario que conectará los terminales marítimos de Puerto Exterior con un Centro de Intercambio Modal (CIM) localizado en la periferia poniente de la ciudad Santiago, a uno 100 kilómetros de distancia. En este punto el Corredor se conecta con las redes ferroviarias y viales más importantes de Chile. Cada terminal marítimo tendrá una parrilla de líneas férreas diseñadas para recibir y atender trenes de 1.200 metros de largo con dos locomotoras, 65 carros de doble estiba de contenedores y capacidad de transportar 260 TEUS/tren. En el otro extremo, el *CIM* actuará como el terminal poniente del Corredor, donde también se atenderán, cargará y descargarán los trenes. Su diseño considera una superficie cercana a 100 ha. Con capacidad de manejo y acopio de hasta 3 MM TEUS/año y servicios logísticos adicionales.

Figura 3: Esquema General del Corredor Ferroviario asociado al Puerto Exterior de San Antonio



Para operar los trenes descritos, se requiere que la infraestructura ferroviaria definitiva (vías, obras de arte, puentes y túneles) soporte hasta 36 Ton/eje y satisfaga otras condiciones físicas (en particular, permitir operar carros doble estiba). Las estimaciones de demanda indican que el Corredor llegará a transportar casi 2,5 millones de TEUS/año. El costo probable del Corredor Ferroviario será de unos US$ 1.500 millones (incluido la infraestructura y material rodante).

Desde una perspectiva operacional, la opción ferroviaria del Corredor será mucho eficiente en términos logísticos y de costos unitarios por contenedor transportado. También ambientalmente la opción ferroviaria es mejor, considerando la reducción de emisiones de gases y consumo de combustibles fósiles por unidad transportada (respecto al camión).

Sin embargo, la opción de transporte masivo de contenedores en ferrocarriles pesados (así será en el Corredor) tiene otros impactos importantes, en particular la generación de ruidos y vibraciones. En este caso solo quedan las opciones de mitigación tecnológicas en el desarrollo de la supra y la infraestructura ferroviaria de tal manera de minimizar las vibraciones. Respecto al ruido, será necesario instalar pantallas anti-ruido de los tramos urbanos del trazado ferroviario.

4.- Impactos de Sobre el Entorno Urbano de los Accesos al Puertos

Junto a los impactos sobre el sistema de transporte de la ciudad, existe un conjunto de consecuencias para el medio urbano y la calidad de vida de la población de una ciudad-puerto, producidos por el nuevo puerto y sus accesos terrestres (viales y ferroviarios).
Entre los impactos negativos en un lugar destacado están los ambientales. Muy probablemente la construcción y operación de un puerto de gran envergadura tendrá efectos adversos en el medio ambiente, en la contaminación del aire y del agua, afectando la salud de la población local y la biodiversidad. Es imperativo tomar medidas al respecto, para minimizar y eliminar tales impactos[27]. Otros efectos adversos para los habitantes son los cambios de usos de suelo y la re-valoración de las viviendas asociadas al desarrollo económico que induce el puerto. Los servicios públicos (salud, educación, prestaciones sociales) pueden verse presionados por el aumento de población que tarerá el nuevo puerto y así disminuir la calidad de atención de la población local. Es necesarios prever tales efectos indirectos y tomar medidas evitarlos o mitigarlos.

Por otro lado, también existen impactos positivos de la construcción y operación de un nuevo puerto de gran envergadura sobre el entorno urbano local. Potencialmente aumentarán las oportunidades de empleos de calidad para la población local y se producirá un impulso de "rebote" sobre la economía de la ciudad, estimulando los negocios y diversificando la demanda de servicios locales (gastronomía, hoteles, mercados, etc.) La infraestructura pública de la ciudad también debiera eventualmente mejorar junto con la decisión de ampliar sus facilidades portuarias.

[27] Este tema no se trata en mayor detalle aquí. El Chile el análisis ambiental de los grandes proyectos ha adquirido gran importancia. Se trata de una disciplina que ha adquirido gran madurez metodológica y legal.

La *contenerización* del comercio exterior también abrió otras notables posibilidades en las ciudades puerto. La acelerada estandarización del modo transporte de la mayoría de los productos (contenedores) y la imposición económica de minimizar su permanencia en los puertos, conllevó la liberación de muchas áreas y edificios portuarias que durante décadas estuvieron dedicadas al almacenaje de productos específicos. Estas áreas pueden ahora ser "*recuperadas*" para la ciudad, sus habitantes y sus negocios. Antiguas bodegas y espacios portuarios han sudo reconvertidos para usos lúdicos, gastronómicos y turísticos de la ciudad. La transformación del puerto de Barcelona y de Puerto Madero en Buenos Aires, son ejemplos notables de esta potencial recuperación urbana que debiera ser analizada junto a todo nuevo proyecto de desarrollo portuario de contenedores.

5. Conclusiones

La introducción del contenedor como principal forma de transporte de la mayoría de los productos del comercio exterior tuvo radicales consecuencias no solo sobre las cadenas logísticas y sino también sobre los puertos y el entorno urbano de las ciudades donde se localizan dichos puertos.

Por razones económicas, la irrupción de los contendores incentivó el continuo aumento del tamaño de las naves portacontenedores, lo que a su vez obligó a la reestructuración de los puertos y los terminales portuarios para atender eficientemente la transferencia masiva de contenedores y minimizar la estadía de dichas naves en los puertos. Ello era (y es) de crucial importancia para evitar la pérdida de competitividad de las economías locales. En efecto, naves más grandes significaba mayores economías de escala y menores fletes por contenedor transportado.

Pero el desarrollo de nuevas facilidades portuarias no es suficiente para proveer servicios logísticos adecuados. Es necesario también desarrollar los servicios de transporte terrestre, los accesos viales y ferroviarios que conecten los puertos con su *hinterland* o zona de influencia, cuestión que levanta sus propios desafíos. Los accesos terrestres de conexión entre el puerto y su hinterland, tiene significativos impactos sobre la ciudad donde se localiza un puerto, sobre su población, su calidad de vida, su entorno urbano y su capital ecológico.

Prever y mitigar dichos impactos, planificando adecuadamente el desarrollo de los accesos terrestres (viales y ferroviarios) junto con el desarrollo de nuevos puertos especializados en la transferencia masiva de contenedores, debe ser un objetivo primario la planificación portuaria. En este contexto, si bien las conexiones viales son menos costosos y más fáciles de implementar, por otra parte, las alternativas ferroviarias -bien diseñadas- suelen ser logísticamente más eficientes y producir menos

impactos en la calidad de vida de la población, el entorno urbano y ambiental de las ciudades donde se localizan los puertos.

6. Referencias Bibliográficas

Empresa Portuaria San Antonio, Chile https://www.puertosanantonio.com/
Empresa Portuaria Valparaíso, Chile https://www.puertovalparaiso.cl/
Alameda Corridor Transportation Authority (ACTA) https://www.acta.org/
"*Review of Maritime Transport. Navigating Stormy Waters*" (2022)**.** United Nations Conference on Trade and Development

O TRADE-OFF ENTRE EFICIÊNCIA TÉCNICA E SUSTENTABILIDADE NA LOGÍSTICA URBANA

Patrícia Baldini de Medeiros Garcia
UNIFEI – Itabira, MG/Brasil, LALT – Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes
UNICAMP – Campinas, SP/Brasil. patricia.garcia@unifei.edu.br

Janaina Antonino Pinto
LALT – Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes
UNICAMP – Campinas, SP/Brasil. janainaantonino@unicamp.br

Orlando Fontes Lima
LALT – Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes
UNICAMP – Campinas, SP/Brasil. oflimaj.fec@gmail.com

RESUMO

Este artigo aborda o *trade-off* entre eficiência técnica e sustentabilidade nas operações de logística urbana. Enquanto muitas empresas buscam resultados financeiros priorizando a eficiência técnica, os impactos ambientais e sociais são frequentemente tratados como externalidades. A revisão bibliográfica buscou explorar as relações entre eficiência, sustentabilidade e análises econômicas, com o foco na ecoeficiência como uma possível solução. O modelo proposto destaca a necessidade de incorporar aspectos ambientais e sociais nos *outputs* da logística urbana, visando equilibrar o lucro individual com a qualidade de vida e sustentabilidade. O estudo conclui que inovações disruptivas são essenciais para superar esse paradoxo, destacando a importância de novos paradigmas que integrem os três pilares da sustentabilidade, abrangendo eficiência econômica, responsabilidade ambiental e inclusão social para o sucesso a longo prazo das operações logísticas urbanas.

1. Introdução

O impacto ambiental e a inclusão social estão na pauta das empresas de logística urbana. Muitos projetos pilotos são realizados, mas poucos se perpetuam, devido ao *trade-off* entre sustentabilidade e eficiência técnica. As empresas buscam resultados financeiros através da eficiência técnica e tratam os impactos ambientais e sociais como externalidades. Quando variáveis como as emissões veiculares de CO_2 (dióxido de carbono) e custos de garantias sociais são internalizados, tem-se a redução da eficiência técnica e das margens de lucro. Este trabalho discute este paradoxo e conclui pela necessidade de novos paradigmas para a logística urbana para que de fato a sustentabilidade seja incorporada e passe a ser determinante para o sucesso dos negócios de logística urbana. O transporte e a logística são uma das principais fontes globais de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e é um dos setores que mais utiliza mão de obra (KLUMPP, 2018), o que aumenta a importância dessa discussão.

2. Revisão da bibliografia

Eficiência é um conceito econômico (GIACOMELLI, 2018) da relação entre os insumos (recursos) e os resultados obtidos em um padrão ótimo (FRIED *et al.*, 2008). A eficiência técnica compara a quantidade de insumos (como materiais, energia, trabalho etc.) com o volume de produção de bens ou serviços e a eficiência econômica analisa estas relações em termos de custos e preços (APARICIO *et al.*, 2016). A sustentabilidade relaciona-se à capacidade de atender às necessidades atuais sem comprometer as necessidades das gerações futuras (BRUNDTLAND, 1988) englobando as dimensões econômica, ambiental e social (ELKINGTON, 1994).

O conceito de eficiência está relacionado com "a busca que a sociedade tem de obter o máximo possível a partir de seus recursos escassos" (MANKIW, 2021, p.3), sempre com ênfase no curto prazo. Já a discussão da sustentabilidade traz um olhar de longo prazo, procurando garantir que os recursos sejam utilizados de forma adequada para alcançar resultados sustentáveis em horizontes de 100 anos ou mais.

O termo "eficiência" começou a ser estudado no campo da economia no início do século XX. O conceito de eficiência ganhou destaque nessa época, à medida que os economistas buscavam entender e medir o uso ideal dos recursos nos processos de produção. O estudo da eficiência foi influenciado por várias teorias e abordagens, incluindo a filosofia utilitária e as teorias do desenvolvimento econômico e do bem-estar humano (FRIED *et al.*, 2008; GIACOMELLI, 2018; MANKIW, 2021).

A definição teórica de eficiência requer a análise da relação entre os insumos (recursos) e os resultados obtidos em comparação com aquilo que for considerado ótimo (FRIED *et al.*, 2008; APARICIO *et al.* 2016). A principal preocupação na análise de eficiência é a eficiência técnica (CAMANHO *et al.*, 2023). Esse conceito deriva diretamente do conceito de função de produção, que é a expressão matemática que fornece a quantidade máxima de produção que pode ser obtida a partir do conjunto de insumos consumidos por uma empresa ou uma indústria (DEPRINS; SIMAR, 1983; FRIED *et al.*, 2008; SHEPHARD, 2015; CAMANHO *et al.*, 2023).

A eficiência técnica depende da tecnologia disponível e não leva em consideração os preços. Em contrapartida, a eficiência econômica está relacionada aos preços. Isso se reflete na comparação entre os custos efetivos e o valor mínimo requerido, considerando os resultados alcançados e os preços dos insumos, bem como na comparação entre as receitas obtidas e o potencial máximo, considerando os insumos utilizados e os preços dos produtos finais (APARICIO *et al.*, 2016; CAMANHO *et al.*, 2023).

A eficiência ideal de Pareto é uma condição na qual é impossível melhorar a situação de uma pessoa sem prejudicar a de outra. É um critério utilizado para avaliar a distribuição de recursos na economia, visando alcançar o máximo bem-estar para todos. No entanto, os críticos argumentam que a eficiência de Pareto não leva em conta questões de equidade ou justiça, pois se concentra apenas na eficiência geral da alocação de recursos (GIACOMELLI, 2018).

O conceito de eficiência está relacionado à capacidade da sociedade em extrair o máximo rendimento a partir de seus recursos limitados (MANKIW, 2021) e, no contexto da sustentabilidade, a eficiência desempenha um papel importante para garantir que os recursos sejam utilizados de forma otimizada para alcançar resultados sustentáveis. Ao maximizar a produção e minimizar o consumo de recursos, as empresas podem contribuir para o desenvolvimento sustentável, pois a sustentabilidade está relacionada à necessidade de atender às necessidades atuais sem comprometer as gerações futuras (BRUNDTLAND, 1988) e, para isso, engloba objetivos econômicos, ambientais e sociais que devem estar incorporados nas estratégias e decisões corporativas.

Toman (1994) reconhece a ambigüidade e as diferentes interpretações da sustentabilidade, destacando as diferentes perspectivas de economistas, ecologistas e especialistas em ética, o que dificulta as discussões nos debates acadêmicos e de políticas públicas. Além disso, o autor ressalta que é necessária uma compreensão comum da sustentabilidade.

No contexto econômico contemporâneo, marcado por flutuações e rápidas mudanças, Borza (2014) ressalta a importância de unir eficiência e sustentabilidade e argumenta que a abordagem da ecoeficiência pode oferecer uma solução eficaz para a integração harmoniosa desses conceitos. A ecoeficiência representa um conceito que busca reduzir o impacto ambiental negativo das atividades humanas, ao mesmo tempo em que apoia o desenvolvimento econômico. Essa abordagem é vista como um meio de produzir mais com menos recursos naturais e promover a utilização eficaz deles.

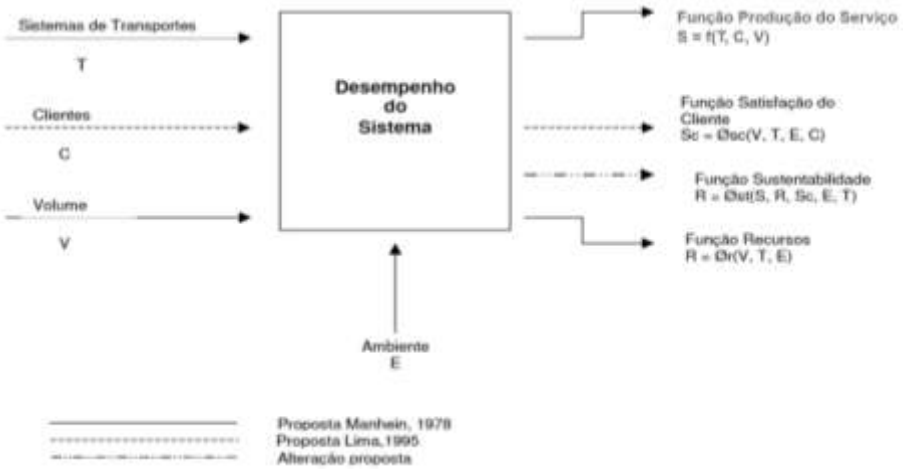
Na maioria dos estudos da sustentabilidade, as análises se concentram no pilar ambiental da sustentabilidade, deixando a sustentabilidade social e econômica fora do escopo (HEREU-MORALES *et al.*, 2023). Klumpp (2018) enfatiza a importância de mensurar e reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) no setor de transporte e logística, que é uma das principais fontes globais de emissões e também destaca a relevância de indicadores como emprego e representação feminina na gestão para pesquisas relacionadas aos Prestadores de Serviços Logísticos (LSPs), a fim de compreender melhor a dimensão social do tripé da sustentabilidade.

3. Modelo proposto

De forma sistêmica, a produção de serviços logísticos é uma atividade com múltiplos *inputs* e *outputs* (LIMA, 2014). Como *inputs*, além do capital, mão de obra e energia, sugere-se incorporar capacidade ambiental, recursos naturais não renováveis e qualidade de vida no trabalho. Estes *inputs* não têm sido considerados no cálculo da eficiência técnica e, quando o são, consideram-se apenas os aspectos quantitativos (toneladas de combustível fóssil, número de motoristas, etc.).

Se a sustentabilidade for de fato incorporada aos negócios de logística urbana, será necessário considerar nos *outputs* qualitativos a degradação do meio ambiente (por exemplo, pela emissão de CO_2) e as contribuições para a sociedade (nível de garantia social dos trabalhadores). No modelo proposto por Lima (2014), cada subsistema tem uma função objetivo associada (satisfação dos clientes, sustentabilidade e uso de recursos), além de comumente usada de produção de serviços. Todas estas funções são dependentes do sistema sociotécnico e informacional disponível para a logística e também das características do meio ambiente e da comunidade envolvida. No caso dos *outputs*, além da produção quantitativa e do nível de demanda atendido, devem ser incorporados outros aspectos como satisfação dos clientes e sustentabilidade. A dificuldade é que estes novos elementos são tratados como externalidades do negócio e, quando incorporados, mudam os níveis de custos e reduzem as margens de curto prazo. Estes elementos estão apresentados na Figura 1.

Figura 1 – Desempenho de sistemas de transportes incorporando a dimensão qualidade e sustentabilidade

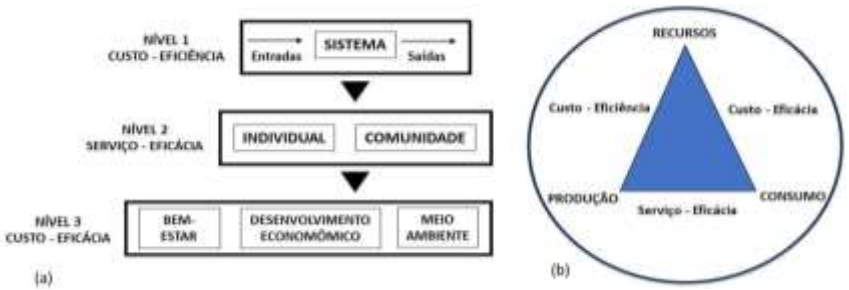


Fonte: Lima (2004)

O dilema apresentado é o quanto se renuncia ao lucro individual para garantir a qualidade de vida do planeta e da sociedade que o habita. A abordagem clássica do desempenho logístico sempre esteve focada na eficiência técnica (Nível 1) e não na sustentabilidade (Nível 3), conforme apresentado na Figura 2.

A mudança de paradigma vem acontecendo. Nos anos 80, a ênfase foi internalizar a Qualidade e Satisfação do Cliente ao negócio (Nível 2), e este *trade-off* foi contornado incorporando-se o conceito de nível de serviço como variável *proxy* da satisfação do cliente. Desprezando-se os aspectos qualitativos e motivacionais desta dimensão, criou-se um paradoxo: o desejo do cliente é ter o seu serviço o mais customizado possível, e o desejo da empresa é ter ganhos com economia de escala. A logística urbana vem conseguindo contornar este paradoxo com inovação, atendendo em prazos cada vez menores com volume rentável ao negócio, mas sem considerar o Nível 3. Nos anos 2000, a ênfase passou a ser a sustentabilidade (Nível 3). As questões ambientais cresceram de importância num primeiro momento, e as sociais, em seguida. Novamente, os conflitos estão sendo negligenciados.

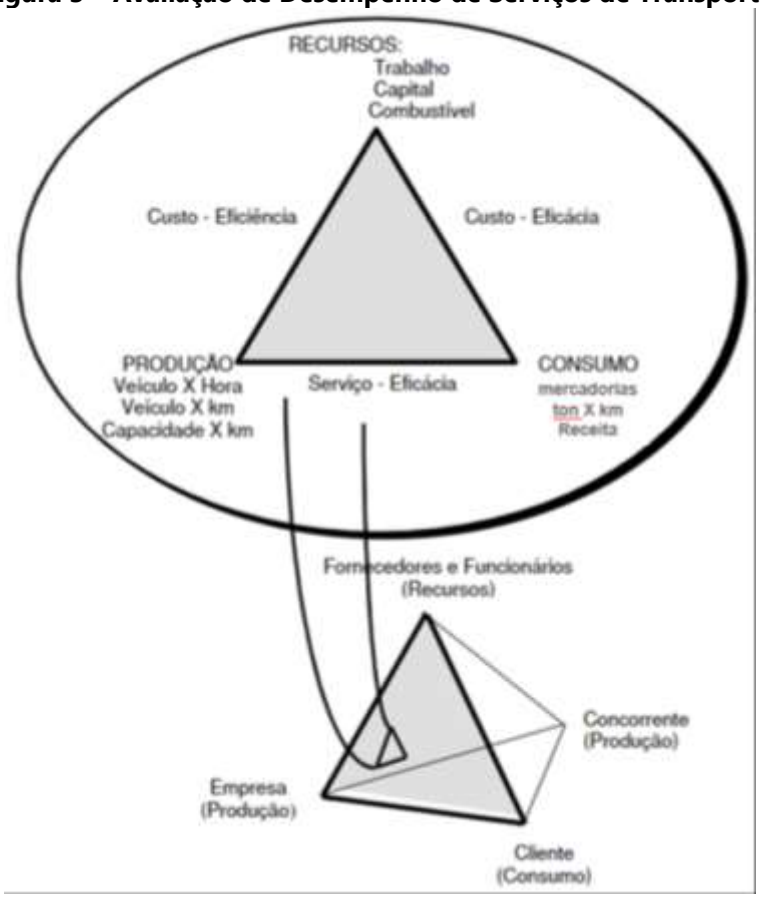
Figura 2 – Relacionamento de variáveis de eficiência técnica e sustentabilidade



Fonte: Adaptado de Lima (2014)

Para integrar as funções objetivos destes três níveis, sugere-se a interconexão entre eles conforme apresentado na parte (b) da Figura 2, na qual as funções produção, satisfação do cliente, satisfação do empregado, sustentabilidade e recursos são interdependentes. No caso de se considerar os concorrentes inseridos neste processo, a parte (b) da figura 2 deve ser expandida, conforme apresentado na Figura 3, facilitando o entendimento das relações competitivas e cooperativas entre os diferentes participantes no mercado.

Figura 3 – Avaliação de Desempenho de Serviços de Transportes



Fonte: Adaptado de Fielding *et al.* (1984)

4. Os métodos sugeridos

O problema matemático apresentado é do tipo otimização multiobjetivo. Para a modelagem de problemas assim, é necessário que se faça a identificação de um conjunto de variáveis (solução) que satisfaça algumas restrições e otimize uma função constituída por diversos *inputs* e *outputs*. As fronteiras de produção (FPP), conjunto de combinações possíveis de produtos que podem ser produzidos com os recursos à disposição, são os modelos mais adequados para análises de funções *multi-output* e *multi-input* (MCLAUGHLIN; COFFEY, 1990). Os pontos que se encontram na FPP

ilustram as combinações de produtos que são produtivamente eficientes. Não é possível determinar quais pontos são alocados de forma eficiente sem conhecer as preferências da demanda. Algumas estratégias de FPP podem ser utilizadas para incorporar variáveis de sustentabilidade na eficiência técnica: uso de função utilidade ou de custo generalizado; uso da função Coob-Douglas; uso de restrições associadas às funções ambiental e social; e o DEA - Análise de Envelopamento de Dados.

Conforme destacado, uma das principais estratégias utilizadas na solução de problemas deste tipo é criação de uma função utilidade ou de custo generalizado composta por variáveis representativas de produção, satisfação do cliente, impacto social, impacto ambiental, resultado econômico e buscar maximizar no caso da Utilidade e minimizar no caso do Custo Generalizado (HANSSEN *et al.,* 2012). Sugere-se, então, que as constantes da função sejam calibradas a partir de pesquisa de campo junto à comunidade da região a ser impactada. Neste caso, uma função Coob-Douglas teria bastante aderência e permitiria também avaliar o impacto da escala no processo. Outra estratégia possível é a colocação de restrições associadas as funções ambientais, social, uso de recursos etc. e a definição de uma única função de produção como *output* a ser maximizado.

Uma ferramenta bastante adequada também para o problema apresentado é o DEA (*Data Envelopment Analysis*), um método matemático não paramétrico que utiliza técnicas de programação linear para converter insumos em produtos com o objetivo de avaliar o desempenho de organizações ou produtos comparáveis. Na DEA, cada DMU (*Decision Making Units*) é livre para escolher qualquer combinação de insumos e produtos, a fim de maximizar a sua eficiência relativa. Esse método é valioso para analisar eficiência, contribuição de recursos e produtos para os resultados, e impacto na sustentabilidade, considerando fatores como economias de escala, escopo e densidade (ZHOU *et al.*, 2018; CAMANHO *et al.*, 2023).

Nestes modelos é possível a explorar a contribuição de cada recurso ou produto para o resultado e seus impactos na sustentabilidade além da existência de economia de escala, economia de escopo e economia de densidade, importantes fatores nos modelos de ecoeficiência (ZHOU *et al.*, 2018). A modelagem considerando economia circular aumenta muito a complexidade do problema e não pertence ao escopo deste artigo.

5. O conceito na prática

Um bom exemplo do *trade-off* entre eficiência técnica e sustentabilidade é o caso da última milha na logística urbana. Muitas empresas de comércio eletrônico contratam

entregadores autônomos, trabalhadores temporários que realizam tarefas de forma independente por meio de plataformas digitais (TAN *et al.*, 2021) sem cobertura de acidentes e aposentadoria. No Brasil, cerca de 1,5 milhão de pessoas estavam envolvidas no setor de transporte no quarto trimestre de 2021 (PNAD Contínua - 2021), com a maioria atuando como motoristas de aplicativos, entregadores (em motocicletas) e mototaxistas (GÓES *et al.*, 2022). Como impacto social, tem-se a elevada incidência de acidentes (CRAIN *et al.*, 2020) agravado pela falta de assistência médica. Como impacto ambiental, têm-se as motocicletas com carburador que são consideradas um dos piores emissores de gases no ambiente. Se os custos sociais e ambientais destas operações fossem arcados pelos operadores, existiria uma significativa redução da margem de lucro.

A pandemia do COVID19 acelerou a transição do varejo presencial para o comércio *online*. As entregas realizadas para atender às compras efetuadas por *e-commerce* acentuaram os efeitos e desafios para alcançar a eficiência no transporte de mercadorias, porque as pessoas passaram a adquirir os produtos de vários fornecedores em diferentes horários do dia, durante sete dias da semana (HOLGUÍN-VERAS *et al.*, 2020). A logística da última milha, essencial para o comércio eletrônico, influenciou a dinâmica urbana, sobretudo após 2020 (JÍLKOVÁ; KRÁLOVÁ, 2021).

A logística de última milha se refere ao estágio final do processo de entrega, em que o pacote é transportado do centro de distribuição local até a porta do cliente. Essa etapa desempenha um papel fundamental na influência da satisfação do cliente e no estímulo ao comportamento de compra por impulso no comércio eletrônico (WANG *et al.*, 2020; KAWA; ŚWIATOWIEC-SZCZEPAŃSKA, 2021; CANO *et al.*, 2022). Alguns estudos já estabeleceram uma relação direta entre a logística de última milha e o comportamento dos consumidores e, além disso, observa-se que uma entrega eficaz e confiável possui um impacto positivo na fidelidade do cliente no comércio eletrônico, promovendo a repetição de negócios por parte dos consumidores (ZHU *et al.*, 2021; CANO *et al.*, 2022).

Para a realização dessas entregas advindas das compras pelo comércio eletrônico, muitas empresas optam pela contratação de entregadores autônomos. Neste contexto, surge o conceito de *gig economy*, que se refere a um mercado de trabalho caracterizado pela prevalência de arranjos de trabalho de curto prazo, temporários e flexíveis facilitados por plataformas digitais. Envolve indivíduos, geralmente chamados de trabalhadores temporários, que realizam tarefas ou prestam serviços de forma independente, conectando-se com clientes ou consumidores por meio de plataformas *online* (TAN *et al.*, 2021). Com base nos dados da PNAD Contínua, o IPEA analisou os dados da *gig economy* no setor de transporte no Brasil no quarto trimestre de 2021, e mostrou que cerca de 1,5 milhão de pessoas trabalhavam nessa economia. Dentre

essas pessoas, 61,2% desempenhavam atividade de motoristas de aplicativos, 20,9% entregadores (em motocicletas), 14,4% mototaxistas e o restante em outras formas de entrega (GÓES *et al.*, 2022).

6. Conclusão

O problema acerca do *trade-off* entre eficiência técnica e sustentabilidade não é trivial. Somente inovações disruptivas na tecnologia e nos processos atuais da logística urbana podem alterar este paradoxo. Um caminho que parece ser promissor para esta mudança de paradigmas está associado aos ganhos com economia de escala, de escopo e de densidade.

A busca pela eficiência técnica deve ser equilibrada com a incorporação real da sustentabilidade como um componente essencial para o sucesso a longo prazo. O desafio reside em encontrar soluções que harmonizem a eficiência econômica com a responsabilidade ambiental e social, proporcionando um equilíbrio sustentável para as operações logísticas urbanas. Neste contexto, o foco das análises sob a ótica da ecoeficiência pode ser um caminho para a busca de soluções que contenham, simultaneamente a eficiência das atividades, ao se obter o máximo da capacidade produtiva, utilizando-se o mínimo de recurso necessário; e também utilizando-se o mínimo de recursos naturais e causando o mínimo impacto possível resultante das atividades produtivas.

7. Referências bibliográficas

APARICIO, J.; LOVELL, C. A. K.; PASTOR, J. T. (Eds.) (2016) Advances in efficiency and productivity. *Springer International Publishing*, 2016.

BORZA, M. (2014). The connection between efficiency and sustainability–a theoretical approach. *Procedia Economics and Finance*, 15, 1355-1363.

BRASIL (2023). Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. *Observatório do Comércio Eletrônico Nacional*. Dashboard. Disponível em: https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/observatorio-do-comercio-eletronico. Acesso em 20 set. 2023.

BRUNDTLANDT, G. M. (1988). *Our Common Future*. World Commission on Environment and Development: New York, NY, USA.

CANO, J. A.; LONDOÑO-PINEDA, A.; RODAS, C. (2022). Sustainable logistics for e-commerce: A literature review and bibliometric analysis. *Sustainability*, v. 14, n. 19, p. 12247.

CAMANHO, A. S.; SILVA, M. C.; PIRAN, F. S.; LACERDA, D. P. (2023). A literature review of economic efficiency assessments using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*.

CRAIN, T. L.; BROSSOIT, R. M.; ROBLES-SAENZ, F.; TRAN, M. (2020). Fighting fatigue: A conceptual model of driver sleep in the gig economy. *Sleep Health*, v. 6, n. 3, p. 358-365.

DEPRINS, D.; SIMAR, L. (1983). On Farrell measures of technical efficiency. *Recherches Économiques de*

Louvain/Louvain Economic Review, v. 49, n. 2, p. 123-137.
ELKINGTON, J. (1994). Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. *California management review*, v. 36, n. 2, p. 90-100.
FIELDING, G. J.; BRENNER, M. E.; BABITSKY, T. T.; FAUST, K.; DE LA ROCHA, O. (1984). *Indicators and peer groups for transit performance analysis*. Irvine, University of California.
FRIED, H. O.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, S. S. (Ed.). (2008). *The measurement of productive efficiency and productivity growth*. Oxford University Press.
GIACOMELLI, G. S. (2018). A Teoria Tradicional do Bem-Estar: da Origem às Críticas. *RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico*, v. 3, n. 38.
GÓES, G.; FIRMINO, A.; MARTINS, F. (2022). *Painel da Gig Economy no setor de transportes do Brasil: quem, onde, quantos e quanto ganham*. IPEA: Brasília.
HANSSEN, T.-E. S.; MATHISEN, T. A.; JØRGENSEN, F. (2012). Generalized Transport Costs in Intermodal Freight Transport, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 54, p. 189-200.
HEREU-MORALES, J.; SEGARRA, A.; VALDERRAMA, C. (2023). The European (Green?) Deal: a systematic analysis of environmental sustainability. *Sustainable Development*, 1-15.
HOLGUÍN-VERAS, J.; LEAL, J. A.; SÁNCHEZ-DIAZ, I.; BROWNE, M.; WOJTOWICZ, J. (2020). State of the art and practice of urban freight management: Part I: Infrastructure, vehicle-related, and traffic operations. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 137, 360-382.
JÍLKOVÁ, P.; KRÁLOVÁ, P. (2021). Digital Consumer Behaviour and eCommerce Trends during the COVID-19 Crisis. *International Advances in Economic Research*, v. 27, 83–85.
KAWA, A.; ŚWIATOWIEC-SZCZEPAŃSKA, J. (2021). Logistics as a value in e-commerce and its influence on satisfaction in industries: a multilevel analysis. *Journal of Business & Industrial Marketing*, v. 36, n. 13, p. 220-235.
KLUMPP, M. (2018). How to achieve supply chain sustainability efficiently? Taming the triple bottom line split business cycle. *Sustainability*, v. 10, n. 2, p. 397.
LIMA, O. F. (2004). *Desempenho em serviços de transportes: conceitos, métodos e práticas*. Livre Docência, Faculdade De Engenharia Civil, Universidade De Campinas, Campinas.
MCLAUGHLIN, C. P.; COFFEY, S. (1990) Measuring productivity in services. International Journal of Service Industry Management, v. 1, n. 1.
MANKIW, N. G. (2021). *Princípios de microeconomia*. Tradução: Priscilla Rodrigues da Silva e Lopes. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning.
SHEPHARD, R. W. (2015). *Theory of cost and production functions*. Princeton University Press.
TAN, Z. M.; AGGARWAL, N.; COWLS, J.; MORLEY, J.; TADDEO, M; FLORIDI, L. (2021). The ethical debate about the gig economy: A review and critical analysis. *Technology in Society*, v. 65, p. 101594, 2021.
TOMAN, M. A. (2017). Economics and "sustainability": Balancing trade-offs and imperatives. In: *The Economics of Sustainability*. Routledge, p. 145-159.
WANG, X.; YUEN, K. F.; WONG, Y. D.; TEO, C. C. (2020). E-consumer adoption of innovative last-mile logistics services: A comparison of behavioural models. *Total Quality Management & Business Excellence*, v. 31, n. 11-12, p. 1381-1407.
ZHOU, H.; YANG, Y.; CHEN, Y.; ZHU, J. (2018). Data envelopment analysis application in sustainability: The origins, development and future directions. *European Journal of Operational Research,* v. 264, n. 1, p. 1-16.
ZHU, Q.; YU, L.; LUO, J.; CAO, S. (2021). AMOS-based analysis of factors influencing customer loyalty. In: *E3S Web of Conferences.* EDP Sciences, p.03068.

ÁREAS TEMÁTICAS

TRANSPORTE PÚBLICO: ORGANIZACIÓN, GESTIÓN, EQUIDAD, ACCESIBILIDAD, INTEGRACIÓN

¿SE ATOMIZARÁ EL SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO DURANTE LA POST PANDEMIA?

Oscar Sánchez-Flores.

Facultad de Ingeniería. Departamento de Posgrado. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. oscar.sanchezflores@correo.buap.mx

RESUMEN

Los efectos de corto plazo de la pandemia ocasionada por el coronavirus SARS-COV-2 y sus variantes continúan cuantificándose en términos de vidas humanas y afectaciones a la salud. Sin embargo, hay otros efectos que a mediano y largo plazo se harán cada vez más visibles y críticos en los próximos meses-años. Es el caso del servicio de transporte público tanto en su modalidad convencional como de sistema integrado. En esta comunicación, se utilizan los conceptos del equilibrio financiero y tarifa técnica para evaluar las condiciones en que se encuentra el sector dada una caída drástica de la demanda, durante las olas de contagio, una recuperación lenta entre dichas olas, un pronóstico de crecimiento poco alentador para la post pandemia y un contexto de inflación que impactará todos los insumos de producción del servicio. Posteriormente, se analizan las alternativas para reestablecer el equilibrio financiero en el mediano y largo plazo. Se plantean varias hipótesis respecto a la nueva normalidad y las modificaciones esperadas en los hábitos de movilidad de las personas. Un escenario de hipermovilidad basado en el transporte individual y en menor medida en el transporte público llevaría a reducir las dimensiones de los vehículos de transporte público para flexibilizar los servicios y así reducir el déficit financiero de los prestadores del servicio.

1. Introducción

Las medidas comunitarias de restricción de la movilidad de la población, así como la percepción que el transporte público representa un alto riesgo de contagio han traído consigo una serie de consecuencias que han impactado de forma negativa a este servicio a tal grado que ponen en riesgo su viabilidad financiera (e.g. Sánchez-Flores et al, 2021). Si bien existen pocas evidencias, en la literatura y de la revisión de datos empíricos, que demuestren que el transporte público en autobús represente un alto riesgo de contagio siempre que se atiendan las medidas sanitarias correspondientes (Tirachini y Cats, 2022) lo cierto es que la demanda previa al inicio de esta pandemia, aún a finales de 2023, aún no regresa a este volumen a pesar de que en los modos privados incluso se ha rebasado. La reducción tan drástica de la demanda y un periodo largo de recuperación lleva a la necesidad de replantear la viabilidad del dimensionamiento, la capacidad y el tipo de combustible como alternativas para aminorar los costos de producción del servicio y de esta manera aminorar el desequilibrio financiero provocado por una caída de los ingresos por tarifa y el costo de prestación del servicio. En este artículo, se evalúa en particular, la alternativa de reducción de la capacidad de los vehículos y de cambio de combustible de diésel a hibrido con diésel a través de una comparativa entre los resultados de la evaluación financiera a precios constantes (Baca, 2013) del prestador del servicio respecto a la situación de mantener el tipo de combustible y la capacidad actual de los vehículos. Se considera un modelo de producción delegado a través de concesiones (e.g. Williams y Yvrande-Billon, 2007) para dos modelos de producción: el convencional o individual y el sistema integrado (Poliak et al; 2017). El período de análisis es de 10 años, contabilizados a partir del inicio de la pandemia sanitaria, los cuales corresponden a un periodo de renovación de flota. Los valores se han parametrizado y están basados en estructuras de costos de producción (e.g. Avelani et al. 2018) representativos de ciudades medias mexicanas (1 a 2 millones de habitantes).

2. Metodología

La metodología propuesta para atender la pregunta de investigación se basa en datos empíricos, estructura de producción del servicio típicas, definición de escenarios post pandemia y un análisis paramétrico que resulta de la optimización operativa del servicio y de un modelo de evaluación financiera.

Revisión de comportamiento de la demanda de transporte público durante la pandemia. A partir de la información de datos masivos (google, 2022), se realiza un seguimiento de la variación de los niveles de demanda y tendencias de recuperación a lo largo de las cuatro olas de contagio que tuvieron lugar hasta 2022. Este análisis aporta información paramétrica sobre la velocidad de recuperación del volumen de pasajeros ante diversos elementos de caracterización de las olas de contagio como

duración y ACME. Los datos masivos son comparados con datos empíricos específicos obtenidos de sistemas de conteo a bordo de autobuses en ciudades mexicanas que cuentan con estos registros (e.g. EDOMEX, 2022, IMDUT, 2). El análisis de estas fuentes de información muestra que, aún en 2023, la demanda promedio diario del transporte público está por debajo del periodo pre pandemia siendo del orden del 70-80% de este valor de referencia con las implicaciones de ingresos y situación financiera. El sector ha dejado de transportar en la actualidad (2023) un total de pasajeros acumuladas de 2020-2023 equivalentes al 100% de la demanda de un año y aún habrá que considerar el tiempo de recuperación que aún se desconoce cuándo concluirá o si se mantendrá estable con los valores actuales. Esta pérdida acumulada y la incertidumbre de recuperación es un primer indicio que es necesario ajustar los costos de producción en el mediano plazo (3-7 años).

Definición de una estructura de costos tipo. A través del análisis de varios sistemas de transporte en México, se obtiene una estructura de costos representativa tanto para un tipo convencional y uno tipo integrado. Dicha estructura de costos se parametriza a partir de información actualizada al año 2022. En el mismo sentido, se toman en cuenta diversos esquemas tarifarios representativos de ambos tipos de sistemas para estimar la tarifa equivalente (o promedio considerando un esquema tarifario con varios segmentos de usuarios). Esta tarifa multiplicada por los escenarios de demanda pandemia y post pandemia permiten obtener los ingresos diarios respecto a los índices Pasajeros Kilómetro (IPK) y compararlos con los costos de producción del servicio. Con la evaluación financiera de las alternativas se determinan los indicadores de rentabilidad del sistema y la viabilidad de mantener un sistema con autobuses actuales, autobuses más pequeños o cambiar a una tecnología híbrida. La evaluación se realiza en periodos de 10 años mismos que corresponden en promedio a la vida útil de los autobuses. Lo anterior implica que el posterior periodo de renovación requiere una evaluación similar por lo que las conclusiones podrían cambiar en función de la demanda y otros factores operativos.

Escenarios post pandemia. Con la estructura de costos común para cada tipo de sistema de transporte (convencional o integrado), se procede a elaborar escenarios de variación de costos de los insumos de producción, de reducción de restricciones de movilidad y de variación del total de usuarios durante el periodo post pandemia. Estos escenarios son comparados en términos de indicadores de desempeño en particular en términos de IPK, rentabilidad financiera y valor presente neto.

Análisis paramétrico. Para permitir la comparación de escenarios y de sistemas de transporte se define una métrica con el uso de variables relativas que ponen de manifiesto las implicaciones de cada escenario referido previamente. En particular, se analiza las implicaciones en términos de costo de producción del cambio en el tamaño

de las unidades, verificando que esta medida permite reestablecer el equilibrio financiero de una empresa.

Alternativas de solución. En los comentarios finales, se plantean otras alternativas de solución como son los esquemas de subsidio, el incremento de tarifa entre otros para determinar si el ajuste del tamaño de los vehículos es una alternativa estable y las condiciones en que puede aplicarse.

3. Resultados y discusión

Oferta. Para caracterizar la oferta del servicio se realiza una optimización operativa respecto a la demanda, el servicio mínimo y la capacidad de las unidades. Se asume que en pandemia se presta el servicio mínimo y que a medida que se incrementa la demanda, se incrementa el índice de Kilómetros recorridos por Vehículo (IKV) en función de la Sección de Máxima Demanda (SMD) lo cual determina la frecuencia y con ello la cantidad de unidades a emplear misma que depende de la capacidad del vehículo. En cuanto a los costos se emplea una estructura de costos de producción que incluye la amortización de los autobuses.

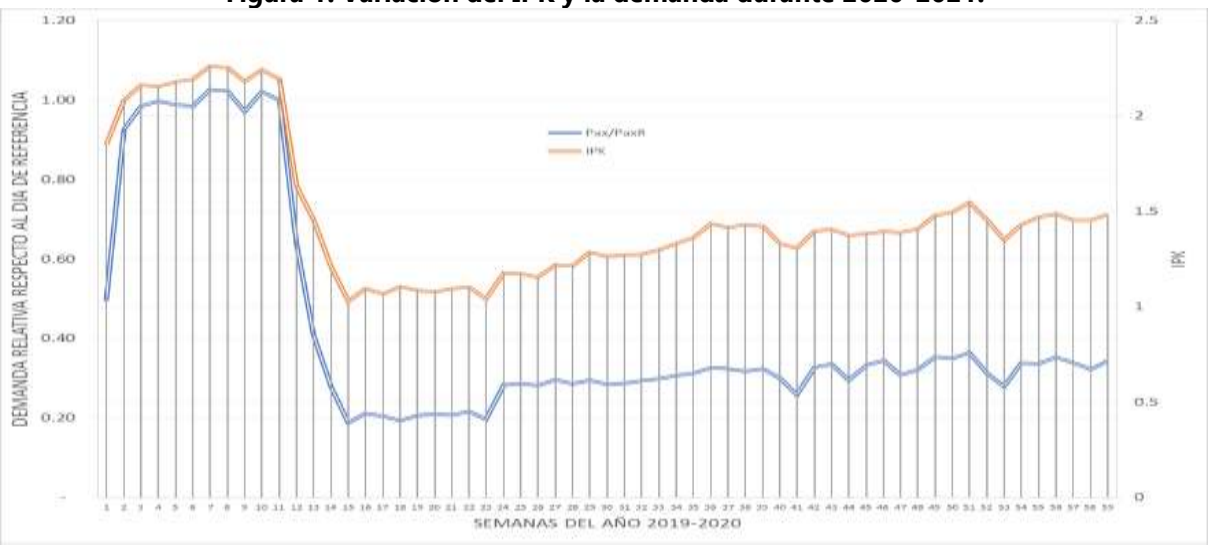
Demanda: Para parametrizar la variación de la demanda se emplea el IPK. En la figura 1, se muestra la variación de la demanda y del IPK de enero 2020 a enero 2021 para un sistema de transporte público prestado en la modalidad de autobús de 40 pasajeros de una ciudad media de México, el cual se conformaba por un parque vehicular de más de mil autobuses en operación previo a la pandemia y tuvo una reducción de cerca de 35% de estas unidades con la disminución de la demanda. Se verificó que esta tendencia fue similar en otras dos ciudades medias mexicanas. Se podrá notar que el IPK pasó de 2.2 pre pandemia a 1.0 por el cierre de actividades (semana 16), este valor se ha incrementado a una tasa modesta, de alrededor 0.042 IPK/mes, hasta llegar a 1.5 en enero de 2021, a 1.7 en septiembre de 2022 y para junio de 2023 aún se encuentra en 1.85. Es decir, el 68%, 77% y 84% de la demanda en el año de inicio de la pandemia. En este sistema se estimó que el IPK promedio de equilibrio es de 2.5 pax/km. De esta manera, se visualiza una doble pérdida. En primer lugar, un desequilibrio financiero preexistente fijo del orden de 0.3 pax/km. En segundo lugar, un desequilibrio asociado a la pandemia variable en el tiempo que en el último mes fue de 0.7 pax/km. Es decir, en el mejor de los casos, la pérdida diaria promedio para los concesionarios fue el equivalente a 250 pasajeros/unidad (1.0 pax/km x 250 km/día). Es decir, a una tarifa de 0.47 USD/pax se trata de 117.5 USD/día o un acumulado de 45,825 USD/unidad en operación durante los 13 meses de pandemia. Este monto equivale, valga la comparación, a un tercio del valor de adquisición de un autobús nuevo o a la totalidad del precio de un autobús de 5 años de antigüedad. Dicho de otra forma, durante la

emergencia sanitaria, los concesionarios privados o prestadores del servicio han agravado su situación financiera, se han descapitalizado o endeudado en términos de flujo financiero. Este efecto solo se observará par la población en el mediano y largo plazo y se resiente inmediatamente por el concesionario cuando se trate de un financiamiento que tiene que cubrir cada mes sin tener los ingresos para cubrir tal compromiso.

La repercusión de mediano y largo plazo es la imposibilidad de mantener un programa de mantenimiento adecuado para sus unidades, así como generar un excedente que le permitirá reinvertir para sustituir sus unidades. El incumplimiento del programa de mantenimiento lleva a incrementar los costos de operación, envejecimiento del parque vehicular y deterioro de la calidad del servicio. Un mal servicio lleva a la disminución de la demanda y a la necesidad de redimensionar el parque vehicular, tanto en cantidad de unidades como en la capacidad de estas. El riesgo más grave es el colapso del sistema, ya que la recuperación de la demanda llevará todavía tiempo. Además, es incierto que regrese a los niveles previos a la pandemia por las razones del cambio en la estructura y volumen de la movilidad previamente expuestas. A finales de 2023, por ejemplo, en sistemas de transporte masivo de alta calidad se ha verificado que la recuperación de la demanda ha alcanzado alrededor del 80% de la demanda pre pandemia. Se estima, siguiendo la tendencia de recuperación de estos sistemas, que será hasta el segundo semestre de 2025 que se alcanzaría el volumen de demanda pre pandemia. Así, el efecto de la pandemia se podría medir en un 50% del período de renovación de las unidades que es normalmente de 10 años. Significa que los efectos ya citados no son nada despreciables en términos de demanda, aunque aún se requiere analizar los efectos sobre la distribución espacial de los viajes lo que implica un reajuste del dimensionamiento de toda la red de transporte público.

En este sentido, es posible que la reducción del volumen de pasajeros y los requerimientos de flexibilidad de la movilidad futura lleven a requerir unidades de menor tamaño que los autobuses convencionales, lo que implica la pérdida de las ventajas comparativas de los sistemas de transporte semi masivos o masivos. La atomización del transporte público (por la proliferación de vehículos de baja capacidad) es, por lo tanto, un riesgo latente que se analiza en la **tabla 1 y 2.**

Figura 1. Variación del IPK y la demanda durante 2020-2021.



Fuente: elaboración propia con datos de IMDUT, 2022.

Análisis comparativo costos de producción. En México, la mayoría de los sistemas de transporte urbano convencionales se presta con autobuses de 34 asientos de 10.5 a 11 metros de longitud. Tienen una tarifa equivalente o ponderada que oscila entre los 0.5-0.7 USD por trayecto (precios, 2023), en tanto que los costos de operación óptimos, sin incluir la depreciación y costos de financiamiento del vehículo, se encuentran en el rango de 1.1-1.5 MXN/kilómetro siendo el límite inferior representativo de un servicio convencional en unidades van y el superior de un sistema integrado con autobuses. En la **Tabla 1**, se presenta la estructura de costos de producción (CP) típica para estos dos modelos de producción y para tres tipos de vehículos. El vehículo tipo A es un autobús a diésel de 9.5 a 11 metros con 40 plazas (sentados y de pie a un 90% de ocupación), el vehículo tipo B es un autobús a diésel de 8.5 a 9.5 metros con 30 plazas y el vehículo tipo C es un autobús híbrido diésel-eléctrico de 10.5 metros de 40 plazas (24 asientos). Es decir, el autobús B representa la posibilidad de reducción de la capacidad y el C representa la posibilidad del cambio de combustible en el caso de una renovación del parque vehicular. Los valores indicadores están estandarizados primero respecto al costo total de producción del vehículo A y expresados en términos relativos para el vehículo B y C respecto al elemento del costo de producción del vehículo A. Se utiliza estos valores estandarizados tanto para el servicio convencional como para el servicio integrado.

Se podrá notar que para el servicio convencional el costo de producción de un vehículo de menor tamaño (9.5 m) es inferior al de referencia (10.5 m) en alrededor de 11% y que un vehículo híbrido también es menor en un 5.4%. El origen de estas diferencias es el costo de combustible, el mantenimiento y la inversión en el vehículo. Para fines

de comparación, es importante notar que el costo de producción del sistema integrado, como ya se mencionó, es superior al convencional en alrededor del 20% principalmente por el costo administrativo y el sistema de cobro y recaudo. Estos costos de producción por tipo de vehículo y modelo de producción se emplean para estimar los flujos de egresos o costos en la evaluación financiera en el momento que se multiplica por el IKV por la cantidad de unidades que operan a lo largo del horizonte de evaluación. Al respecto, para el año 1, se asumió un IKV correspondiente al servicio mínimo y se ajustó de manera progresiva conforme a la recuperación de la demanda pasando de 160 km/veh hasta 240 km/veh en recuperación plena de la demanda pre pandemia.

Tabla 22. Comparativa costos de producción por tipo de servicio y vehículo.

Elemento	Servicio convencional			Sistema integrado		
Costo producción	% CP A	% CP B/CP A	% CP C/CP A	% CP A	% CP B/CP A	% CP C/CP A
Combustible	44.6%	86.2%	65.8%	37.5%	86.2%	65.8%
Conductores	16.7%	100.0%	100.0%	17.6%	100.0%	100.0%
Mantenimiento y neumáticos	11.9%	80.0%	124.4%	11.2%	80.0%	124.4%
Gestión operativa	2.9%	100.0%	100.0%	3.3%	100.0%	100.0%
Administración	4.9%	100.0%	100.0%	5.2%	92.0%	92.0%
Gestión de flota. monitoreo y telecomunicaciones	2.5%	100.0%	100.0%	4.4%	100.0%	100.0%
Sistema de cobro y recaudo	0.0%	0.0%	0.0%	4.7%	100.0%	100.0%
Costo autobús	11.6%	80.0%	160.0%	9.8%	80.0%	160.0%
Activos fijos	3.7%	100.0%	100.0%	4.4%	92.0%	92.0%
Seguros, permisos y autorizaciones	1.2%	100.0%	100.0%	2.0%	100.0%	100.0%
Costo de producción (%)	100.0%	89.1%	94.6%	100.0%	89.9%	95.0%

Análisis comparativo de indicadores de desempeño. En la **Tabla 2**, se expresa, en términos paramétricos, la parte porcentual de la tarifa ponderada de cada modelo de producción que se requiere para cubrir los costos de operación (ver Tabla 1) y valores de referencia Índice de Pasajeros por Kilómetro (IPK) tanto para alcanzar el equilibrio financiero como para los periodos de la pandemia y de inicio pos pandemia los cuales son consistentes con las consideraciones de variación de demanda indicados previamente. La tarifa ponderada se obtiene al ponderar la estructura tarifaria por la cantidad de usuarios que paga una tarifa determinada en caso de que aplique (general, tarifa social y gratuidades. Se podrá notar que, en todos los casos presentados, los costos de operación superan el 35% de esta tarifa equivalente. Siendo más elevadas (2 a 3 puntos porcentuales) para los sistemas integrados en los que existe propensión de parte de las autoridades a ampliar la cantidad de beneficiarios por la tarifa social, sean

personas de la tercera edad, personas con movilidad reducida, familias numerosas entre otras.

Considerando los costos de operación y las tarifas predominantes en México (cf. Supra), el IPK de equilibrio (IPKe) es aquél que permite cubrir los costos de operación (sin incluir beneficios para el concesionario), en este caso expresado en kilómetros recorridos. En todos, los sistemas analizados deberían estar por arriba de 2.5 pax/km lo cual corresponde al valor mínimo esperado y es consistente con los IPK promedio que se observan en sistemas convencionales de muchas ciudades latinoamericanas en condiciones estables. Debido a las limitaciones e ineficiencias económicas (e.g. economías de escala, economías de red) de los esquemas de producción hombre-camión y a las tarifas más bajas de estos sistemas respecto a las de los sistemas integrados, se observa que el IPK de equilibrio es ligeramente superior en los esquemas de producción convencionales. En ambos esquemas de producción, el autobús B de menor capacidad es la que menor IPKe tiene lo que implica que requiere menor demanda por km para estar en equilibrio.

Indicadores y balance	Servicio convencional			Sistema integrado		
	Bus A	Bus B	Bus C	Bus A	Bus B	Bus C
% de la tarifa ponderada del costo de operación	34.8%	39.1%	36.8%	37.1%	41.3%	39.0%
IPK de equilibrio (IPKe)	2.87	2.56	2.72	2.70	2.42	2.56
IPK pandemia (2020-2022)	1.72	1.72	1.72	1.54	1.54	1.54
IPK pos pandemia (2023)	2.30	2.30	2.30	2.06	2.06	2.06
Balance durante pandemia IPKpa/IPKe	59.9%	67.2%	63.2%	57.0%	63.6%	60.2%
Balance pos pandemia 2023: IPKpp/IPKe	80.1%	89.8%	84.6%	76.3%	85.1%	80.5%
Tasa de rentabilidad interna (10 años)	NA	34.5%	14.8%	-5.7%	37.4%	15.2%
Valor presente neto (millones USD). Tasa descuento 14%.	-1.52	1.32	0.31	-1.6	1.2	0.94

IPKpa: IPK pandemia; IPKpp: IPK pos pandemia. CP: costos de producción. Bus A: autobús diésel 10.5 m.; Bus B: autobús diésel 9.5m ; Bus C : autobús híbrido 10.5m. Evaluación financiera a 10 años a precios constantes. Tasa de descuento 14%.

Utilizando el IPKe como referencia para valorar el impacto de la pandemia (pa) y pos pandemia (pp) respecto al IPK de esos dichos periodos, se podrá notar (ver tabla 2) la parte del costo de producción que se ha cubierto con los ingresos por tarifa. La diferencia respecto al 100% representa el déficit respecto a los costos de operación por kilómetro recorrido para cada tipo de vehículo para los dos esquemas de producción convencional y sistema integrado. Para todos los casos evaluados se presenta un déficit que, para el período pandémico, sería del orden de 33 al 53 % siendo el más elevado para un sistema integrado con autobús tipo A y de 33% para el

servicio convencional con una unidad tipo B (diésel de menor capacidad que A) en tanto que para 2023 pos pandemia el déficit cae al rango de 10 a 24% aunque las tendencias por tipo de vehículo se mantienen. Es decir, la reducción de pasajeros es insuficiente para cubrir los costos de producción por lo que es indispensable una intervención.

Los supuestos de recuperación de demanda en el periodo post-COVID y los costos de operación fueron incluidos en la evaluación financiera a 10 años a precios constantes. Se tomaron como datos el volumen de pasajeros observados de 2020 (año 1) a 2023 (año 4), se asumió en el año 2025 (año 6) se alcanzan los niveles de demanda pre pandemia y posteriormente un crecimiento de 2% hasta el año 10. Se utilizó una tasa de descuento del 14%.

Tamaño del vehículo. Los resultados de la evaluación financiera a 10 años muestran que es financieramente inviable mantener el tamaño de la unidad y el combustible (diésel) actual tanto en el modelo de producción convencional como el integrado ya que se tienen pérdidas, en términos de valor presente neto, superiores a 1.5 millones de dólares lo que entrega tasas de rentabilidad negativas e incluso indefinidas por los altos flujos negativos. Por el contrario, la evaluación con autobuses diésel de menor tamaño al existente, entrega tasas de rentabilidad superiores al 34% con valor presente neto (VPN) superior a 1.2 millones de USD tanto para el modelo de producción convencional y del sistema integrado. Incluso esta alternativa ofrece los indicadores de rentabilidad mejores por arriba del autobús híbrido a pesar de un mejor rendimiento de combustible que se compensa con el costo de adquisición y mantenimiento más elevado de estas unidades.

Tipo de combustible. La evaluación de un cambio de tecnología por un motor híbrido es incluso mejor que mantener el tamaño de vehículos actuales en ambos esquemas de producción (convencional e integrada). En efecto, las tasas de rentabilidad son de alrededor del 15% con VPN mayor a 0.32 Millones de USD. La evaluación de autobuses eléctricos se omitió por los costos de inversión en la infraestructura (electrolineras y red de recarga) que son elevados y requieren esquemas mixtos para cubrir la inversión que son diferentes al esquema de producción delegado tradicional.

4. Conclusiones

De permanecer los niveles de ocupación bajos de las unidades, cualesquiera que sean los factores que lo propicien, ya sea por factores directamente asociados a la pandemia o por cambios en los hábitos de movilidad de las personas, el pronóstico es una diminución de la competitividad y rentabilidad en los sistemas de transporte público convencionales que operan bajo el esquema de concesión. La evaluación financiera muestra que es inviable mantener el tamaño de vehículos actuales lo que lleva

necesariamente a reducir los costos de producción lo que se puede lograr disminuyendo la capacidad del vehículo e incluso cambiando a la tecnología de combustible. Sostener el déficit acumulado de cuatro años será inviable en los próximos años por lo que las alternativas de cambio de tamaño de la unidad o cambio del tipo de tecnología de combustión son viables. Habrá que revisar con más atención las implicaciones operativas y afectaciones a la demanda en este periodo de transición que durará al menos un periodo de renovación de la flota vehicular que es generalmente de 10 años.

En el caso de los sistemas integrados con pago de servicio por kilómetro a cargo de un ente regulador se requerirá un mayor monto de subsidio. Esta competitividad se refiere tanto a la calidad del servicio como la tarifa. La calidad del servicio entendida no solo como la comodidad a bordo o el estado de las unidades, sino también como la cobertura espacial para acceder al servicio (menos de 400 metros de una parada), horarios de inicio y términos del servicio adecuados, frecuencias e intervalos de paso atractivas (de 5-20 minutos entre dos unidades consecutivas de la misma ruta). Si bien la estructura actual de rutas pudiera mantenerse, en muchas de ellas se tendrán que ajustar horarios de servicio y los intervalos de paso en la búsqueda de un equilibrio financiero entre ingresos y gastos asociados a los costos de operación e inversión como parte de la estructura de producción. Sin embargo, esta optimización tiene límites, siendo, por un lado, intervalos de paso poco competitivos, la afectación sobre la demanda y los costos fijos que tienen que cubrir los concesionarios, lo que implica disponer de una demanda mínima para operar con el vehículo disponible. Un segundo nivel de optimización fue evaluado como viable y consiste es ajustar la capacidad del vehículo al volumen de demanda. Esta medida requiere de nuevas inversiones y también un nuevo redimensionamiento del servicio.

Para revertir el pronóstico de déficit financiero actual, se necesita un proceso amplio de transformación de todo el sistema de transporte: reingeniería del trazo del sistema actual de rutas para atender de fondo los cambios en la distribución espacial y temporal de viajes (nueva movilidad), rediseño operacional en cuanto a los horarios, frecuencias de servicio e incluso en el tamaño de los vehículos. Se trata, por lo tanto, de una intervención mayor del sistema de transporte, la cual es competencia de la autoridad reguladora. Esta transformación deberá extenderse hasta el replanteamiento del modelo predominante de producción (concesión), el de gestión y remuneración del servicio, la introducción del concepto de servicio mínimo y la optimización del sistema de transporte como una política de mejora continua.

5. Referencias Bibliográficas

Avenali, A. Boitani,A. Catalano, G.. D'Alfonso,M. y Matteucci, G. (2018) Assessing standard costs in local public bus transport: A hybrid cost model,Transport Policy, 62: 48-57. doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.03.011.

Baca, G. (2013). Evaluación de proyectos. 7ª Edición. McGraw Hill, México.

Google Community Mobility reports (2021). Base de datos de reportes de movilidad para México. Accesado el 4 de febrero de 2021. https://www.google.com/covid19/mobility/?hl=en.

Rápidos de Mérida (RM) 2021. Información sobre seguimiento de conductores con COVID-19. Comunicación personal.

Sánchez-Flores, O. (2021) El transporte público en autobús: mitos, uso y efectos derivados de la contingencia sanitaria por la COVID-19. En Temas emergentes del COVID-19. CONCyTEP. Puebla, México. Disponible: https://www.concytep.gob.mx/publicaciones/libro-temas-emergentes-covid-19#1

Tirachini, A., Cats, O. (2020). COVID-19 and Public Transportation: Current Assessment, Prospects, and Research Needs. Journal of public transportation, 22(1). doi:10.5038/2375-0901.22.1.1

Williamns R. y Yvrande-Billon-A. (2007). Ownership, Contractual Practices and Technical Efficiency: The Case of Urban Public Transport in France. Journal of Transport Economics and Policy. 41 : 257-282.

ACCESIBILIDAD DE PERSONAS EN SILLA DE RUEDAS AL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO BRT TRANSMILENIO, BOGOTÁ.

Edder Alexander Velandia Durán
Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. evelandiad@unisalle.edu.co

Santiago Esteban Ocampo
Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. socampo.r4@gmail.com

Joan Sebastián González Torres
Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. joansgonzalez16@unisalle.edu.co

RESUMEN

El transporte público y los desplazamientos no motorizados deben ser la base de cualquier política de movilidad urbana/regional. En esta línea, las personas con cualquier tipo de limitación física o discapacidad tienen el derecho a desplazamientos seguros, libres y confortables de manera autónoma, por lo tanto, sus condiciones deben ser reconocidas y bajo un enfoque de derechos, la infraestructura urbana y asociada al transporte debe ser incluyente y accesible. En el caso de Bogotá, una minoría de la población que usa el sistema integrado de transporte público masivo cuenta con movilidad reducida haciendo uso de sillas de ruedas, muletas u otros elementos o personas de apoyo para sus desplazamientos. Para cualquier conocedor de los sistemas de transporte público masivo, las "horas pico" representan una alta congestión dentro de las estaciones, vehículos e infraestructura de acceso o conectividad; es en este momento cuando la población más vulnerable encuentra las mayores dificultades y en la infraestructura BRT no es la excepción. Este trabajo se enfocó en revisar la normativa colombiana y distrital de accesibilidad peatonal a nivel o mediante puentes de acceso, y su posterior validación en las estaciones troncales existentes. Los hallazgos señalan dificultades especialmente en los puentes peatonales de la Fase I – TM, falta de mantenimiento en las sendas peatonales y materiales en piso que pueden ser no adecuados para la población en silla de ruedas o coches que afectan la seguridad y ralentizan los desplazamientos. Otros temas alejados a la infraestructura peatonal en sí misma fueron la presencia de vendedores informales y elementos de mobiliario en sitios no convenientes, deficiencias en el drenaje próximo a las estaciones y vandalismo. Este trabajo evidencia algunas de las dificultades existentes y puede ser empleado para intervenciones.

1. Introducción

El transporte público es el eje estructural para el desplazamiento de los casi 9,3 millones de personas que habitan en la zona definida como Bogotá/Región. Según la reciente encuesta de movilidad (Secretaría Distrital de Movilidad, 2023), el 79% de la población residente realizada viajes diarios y los viajes en modos sostenibles para Bogotá/Región representan un 70%, lo que corresponde a 10,2 millones de trayectos diarios (incluye trayectos peatonales mayores a 15 minutos). Otros resultados son: cerca del 80% de las madres cabeza de hogar se mueven de manera sostenible usando el transporte público y la caminata; el 72% de las mujeres se desplazan en el sistema de transporte público; 600 mil viajes diarios se realizan por personas en discapacidad; 1,4 millones de mujeres realizan viajes asociados a labores del cuidado, 800 mil viajes diarios se asocian a esta labor y 70% corresponden a mujeres.

Siendo el transporte público fundamental para la población en Bogotá y municipios aledaños, la encuesta realizada por la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB, 2022) refleja una mejora en la percepción ciudadana frente al servicio. En el año 2019, la percepción ciudadana al sistema Transmilenio TM era desfavorable en un 52,4% y se consideraba satisfecho sólo el 22,6%. Para el año 2022, la percepción mejoró según los resultados de satisfacción en el 29,7% y un 40,5% desfavorable. Las labores desde el sistema en mejorar las condiciones operativas y seguridad han permitido mejorar la percepción ciudadana frente al servicio.

Como se señala, el transporte público TM es clave para la región, pero especialmente para la población con menores ingresos familiares, y específicamente, para las mujeres, los estudiantes, la población infantil y las personas con algún tipo de limitación física. Estos últimos segmentos de la población en las horas de alta congestión en el sistema (denominadas "horas pico"), encuentran las mayores dificultades para acceder a las estaciones troncales y a las unidades vehiculares. A la situación se suma el hecho que una parte de la infraestructura peatonal (cruces peatonales a nivel de ingreso a las estaciones) y de puentes de acceso a las troncales presentan obstáculos, pendientes pronunciadas, longitudes de tramos extensas y problemas de calidad de la infraestructura que limita la accesibilidad y vulnera sus derechos a desplazamientos cómodos y seguros.

En Bogotá se estima que existen aproximadamente 227.000 personas con movilidad reducida, de los cuales, 58% son hombres (Secretaría Distrital de Salud, 2018). Para el año 2020, por cada 100 mil habitantes hay 6.379 personas con discapacidad, esto es 458.088 personas con discapacidad; el 56,6% son mujeres y el 43,4% son hombres; Kennedy es la localidad con la tasa más alta, con 917 personas con discapacidad por cada 100 mil habitantes; el 53% de esta población se concentran en los estratos 1 y 2

(Secretaría Distrital de Planeación, 2020). Ahora bien, estas cifras no contemplan personas con lesiones temporales que demandan muletas u otros elementos de apoyo, hecho que podría señalar una subestimación de las cifras de personas con limitaciones en sus desplazamientos.

En esta línea, la OMS (2011) recalca la necesidad de la eliminación de todo tipo de barreras y obstáculos que tienen que enfrentar una persona en situación de discapacidad física a ingresar a un establecimiento público: "eliminar los obstáculos en los espacios públicos, transporte, información y comunicación hará posible que las personas con discapacidad participen en la educación, empleo y vida social, reduciendo así su aislamiento y dependencia. En materia de transporte de esta población vulnerable enfatiza la importancia de implementar medidas para abordar la problemática y buscar la mejora de la accesibilidad a distintos tipos de transporte e infraestructura pública (OMS, 2011). Se ratifica entonces que, la falta de medios accesibles para una movilidad independiente crea exclusión social para muchas personas con discapacidad (Barnes et.al, 2005).

Aunque Bogotá ha realizado continuas intervenciones para mejorar la calidad de los desplazamientos de los peatones en las últimas dos décadas, la población con limitaciones para su movilidad encuentra dificultades, específicamente para el caso de estudio. Los seguimientos realizados en las estaciones del componente troncal TM evidenciaron la existencia de barreras que limitan el acceso por su propia cuenta de las personas con alguna limitación a la movilidad, específicamente en silla de ruedas, las cuales, están relacionadas con las características y calidad de la infraestructura, malas prácticas de los ciudadanos y las situaciones de saturación en puentes e ingresos/salidas de las estaciones en los periodos de tiempo conocidos como hora punta ("hora pico de pasajeros"). En la imagen 1 se aprecian algunas de las situaciones identificadas en los ingresos/salidas de las estaciones.

Imagen 1. Evidencias de los problemas de acceso a las estaciones troncales TM.

Las personas con discapacidades exigen cada vez más que se eliminen las barreras que dificultan su movilidad (Restrepo, 2017). Es así que, desde la perspectiva legal, una sentencia de la Corte Constitucional expresó que: "el legislador, en aras de regular el derecho de accesibilidad de las personas discapacitadas, de desarrollar los artículos 13, 24, 47, 54 y 68 superiores y las garantías reconocidas en tratados internacionales, consagró, en la Ley 361 de 1997, el deber de las empresas -sean de carácter público, privado o mixto-, encargadas de la prestación del servicio de transporte, de facilitar, sin costo adicional para el usuario, el desplazamiento de los equipos de ayuda biomédica, sillas de ruedas u otros insumos…". La misma Corte expuso que: "la accesibilidad de las personas en situación de discapacidad, particularmente de aquellas que se movilizan en sillas de ruedas debe ser garantizado, y ha proferido distintas órdenes con el fin de remover las barreras y obstáculos existentes, en protección a los derechos a la igualdad y a la libertad de locomoción, extendiendo la protección a otros derechos fundamentales como la vida, la dignidad humana, entre otros (Corte Constitucional República de Colombia, 2014/2019).

La política de accesibilidad comenzó a estructurarse al nivel nacional y distrital. Se pueden enumerar la "cartilla de andenes" (versiones 2000, 2007) construida por la Dirección del Taller de Espacio Público (SDP, 2018); "cartilla puente peatonal prototipo" desarrollada por el IDU (2019); "guía práctica de accesibilidad" construida por la Alcaldía Mayor de Bogotá (2019). Al nivel nacional se dispone de la Norma Técnica Colombia NTC 4143 específica a la "accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios y espacios urbanos, rampas fijas adecuadas y básicas"; NTC 4774 orientada a "accesibilidad de las personas al medio físico. Espacios urbanos y rurales. Cruces peatonales a nivel, elevados o puentes peatonales y pasos subterráneos"; norma INVIAS (2022) relacionada con "puentes peatonales tipo"; "guía de accesibilidad al espacio público y a edificaciones abiertas y de uso público" presentada por MinVivienda (2008). Esta normatividad influyó para que las últimas fases de implementación del SITP hayan contemplado de manera explícita la accesibilidad en sus componentes de infraestructura y tipologías vehiculares.

Ahora bien, los problemas de accesibilidad para las personas en silla de ruedas y otros elementos de apoyo para sus desplazamientos siguen siendo visibles. Bajo este marco, la investigación se desarrolló en el año 2019/2020 y se enfocó en identificar los problemas asociados a la infraestructura de ingreso/salida a las estaciones troncales BRT-TM. Para la fecha de desarrollo de este documento, la ciudad ha desarrollado labores de mantenimiento para garantizar mejoras en la infraestructura peatonal, sin embargo, no hay mejoras definitivas a la problemática.

2. Metodología

El estudio consideró la visita a cada una de las 135 estaciones del sistema Transmilenio para el año 2019 (excluidos los portales y estaciones Museo Nacional, Bicentenario y Suba-Av. Boyacá). En cada visita se realizó un registro fotográfico para evidenciar el estado actual de la infraestructura peatonal. Mediante la observación de las instalaciones en las estaciones evaluadas se identificaron los aspectos que limitan la accesibilidad de las personas en silla de ruedas y las falencias en diseño de los puentes peatonales en función de la normatividad. Por último, se realizó una prueba de campo simulando la situación de ingreso en silla de ruedas con tracción manual al sistema en hora valle y hora pico. Esta labor se practicó en tres estaciones: San Mateo, El Tiempo-Maloka y Calle 100.

Teniendo en cuenta que el ingreso a las estaciones del sistema troncal se realiza a nivel o mediante puentes peatonales se consideró como criterio de diagnóstico lo contemplado en la cartilla de andenes del IDU y la normatividad NTC 4143/4774. Para la labor de diagnóstico se realizaron tres tipos de formatos que permitieron la toma de datos: un formato para puente peatonal, otro para estación con dos accesos por cruces a nivel y uno para un solo acceso por cruce a nivel. En dichos formatos se detalla un esquema para cada estación y se incorporan datos de identificación como nombre de estación, fecha/hora de toma de datos y número de formato. Luego se incorpora información relacionada con la infraestructura (rampa, sendero de ingreso o descanso), número de tramo, longitud (m), ancho (m), pendiente en grado y porcentaje, material rasante y estado actual del tramo. Posteriormente, se adicionan otros elementos como: Iluminación, número de torniquetes (para peatones y personas en silla de ruedas), pasamanos, señalización para discapacitados (personas con movilidad reducida), ascensor, obstáculos y observaciones de la información recopilada. Por último, se evidenció la existencia de diferentes tipos, colores y configuraciones de adoquines y materiales en las rampas y senderos de ingreso. Para su valoración se definieron tres categorías: excelente/buena/deficiente. Otro aspecto analizado en los cruces a nivel fue la observación de las cebras peatonales, para lo cual, se tuvo en cuenta tres criterios de clasificación en cuanto a la visibilidad.

Las visitas de campo a cada una de las estaciones se hicieron caminando, logrando en promedio visitar de 5 a 7 estaciones por día para alcanzar las 135 estaciones del sistema (Museo Nacional, Bicentenario y Suba-Av. Boyacá no se tuvieron en cuenta). El recorrido se realizó en las siguientes troncales: (A) Caracas, (H) Caracas Sur, (L) Carrera 10, (J) Eje Ambiental, (F) Américas, (D) Calle 80, (C) Suba, (K) Calle 26, (B) Norte, (E) NQS Central y (G) NQS Sur. Las estaciones tipo portal o intermedias no fueron consideradas. Por último, se propuso un sondeo entre usuarios del sistema troncal BRT-TM para conocer su percepción frente al acceso de personas en silla de ruedas al sistema. Las

labores se desarrollaron en jornadas regulares y se consolidó una muestra de 146 usuarios.

3. Resultados

Los resultados obtenidos por los autores de este trabajo se presentan a continuación para cada una de las estaciones objeto de estudio (Ocampo et.al, 2020).

En la troncal Caracas tiene 14 estaciones con ingresos a nivel. De 123 rampas presentes en la troncal, 96.75% cumplen con la longitud permisible de 1 m o superior. El 97.56% de rampas cuentan con un ancho igual o mayor a 0.90 m, por tanto, no presentan inconvenientes. Con respecto a las pendientes de inclinación, de las 123 rampas, el 83.91% cumplen con la pendiente de inclinación máxima de 12%. De 9 rampas con longitudes entre 1.5m y 3.0m, solo el 44.44% tienen pendiente de inclinación máxima de 10% y 27 rampas con longitudes entre 3m y 10m; el 33.33% cuentan con pendiente de inclinación máxima de 8%. De acuerdo a lo anterior, el 69.92% de las rampas de la troncal cumplen con pendientes de inclinación adecuadas según la normativa NTC 4143. En aproximadamente 15 rampas de andenes se logró observar que no existía correcto empalme entre el cruce de cebra peatonal y el andén.

La troncal Norte consta de 16 estaciones de puentes peatonales. De 215 rampas presentes el 66.98% tienen longitud permisible de 25m o menos y 33.02% cuenta con una longitud mayor a 25m. El 90.70% de rampas tienen un ancho igual o mayor a 1.50m y solo el 9.30% tienen un ancho menor a 1.50m, hecho limitante para un escenario donde dos personas en silla de ruedas crucen en diferente sentido. El 59.53% de rampas tienen una pendiente de inclinación mayor a lo estipulado por la NTC 4774, infiriendo que más de la mitad de las rampas de dicha troncal presentan problemas para el acceso a personas en silla de ruedas. Con respecto a los descansos presentes en los puentes peatonales de la troncal Norte, de los 217 descansos totales el 85.71% tienen una longitud aceptable y correcta de 1.5m o más, el 14.29% tienen longitudes menores a 1.5m. El ancho de los descansos aceptable y permisible de 1.5m o más representa el 92.17% del total.

La troncal Suba consta de 13 estaciones, 3 puentes peatonales y 9 estaciones con cruces a nivel. De las 39 rampas existentes por cruces a nivel, tanto la longitud como el ancho permisible no presentan ningún problema en cuanto a longitudes y anchos. Las pendientes de inclinación de las 39 rampas de la troncal, 10 tienen longitud menor o igual a 1.5m y el 80.0% cumplen con la pendiente de inclinación máxima de 12%. De 17 rampas con longitudes entre 1.5m y 3.0m, solo el 52.94% cumplen con la pendiente de inclinación máxima de 10% y de 12 rampas con longitud entre 3.0m y 10.0m, solo

el 17.67% su pendiente de inclinación máxima es de 8%. De las rampas, el 48.72% tienen pendientes de inclinación adecuadas de acuerdo con la NTC 4143, siendo un valor mayor de la mitad del total de rampas que no están cumpliendo en pendientes de inclinación. Con respecto a los 11 senderos de ingreso en total, el 72.73% tienen falencias en su estado y el 18.18% están en mal estado. Ahora bien, con respecto a los puentes peatonales existen 65 rampas donde el 81.54% poseen longitud permisible o aceptable de 25m o menos y el 18.46% tienen longitudes mayores a 25m, afirmando que una quinta parte del total de rampas de los puentes no cumplen con la longitud adecuada. El 92.31% del total de las rampas tienen un ancho igual o mayor a 1.50m. Las pendientes de inclinación de las 65 rampas de la troncal Suba, 50 tienen longitud igual o menor a 15m y el 84.0% cumplen con la pendiente de inclinación máxima de 10%. De 4 rampas con longitudes entre 15m y 25m, el 25% poseen pendiente de inclinación máxima permitida de 8% y finalizando, 11 rampas con longitud mayor a 25m, representan el 16.92% del número de rampas totales que no cumplen con la longitud y pendiente de inclinación adecuada. El 66.15% de las 65 rampas de la troncal cumplen con las pendientes de inclinación permisibles.

La troncal Calle 80 consta de 12 estaciones: 2 accesos con cruces a nivel y 11 puentes peatonales. Con respecto a los cruces a nivel, poseen 13 rampas de las cuales el 84.62% cumple con la longitud permisible de 1.0m o más. El 100% cumplen con el ancho recomendado. Las pendientes de inclinación de las 13 rampas, 10 tienen longitud menor o igual a 1.5m y solo el 10.0% cumplen con la pendiente de inclinación máxima de 12%. Existe solo una rampa con longitud entre 1.5m y 3.0m y esta no cumple con la pendiente de inclinación máxima de 10%; de las 2 rampas con longitud entre 3.0m y 10.0m, solo una tiene la pendiente de inclinación máxima es de 8%. De las 13 rampas de los cruces a nivel de la troncal Calle 80, solo el 15% tienen pendientes de inclinación adecuadas. En la troncal, sus puentes peatonales cuentan con 134 rampas donde el 57.46% tienen longitudes mayores a 25m; esta cifra señala que más de la mitad del total de rampas de los puentes peatonales no cumplen con la longitud recomendable. El 17.91% de las rampas poseen un ancho menor a 1.50m. De las pendientes de inclinación de las 134 rampas de la troncal, el 80% cumplen con la inclinación máxima de 10%. De 41 rampas con longitudes entre 15m y 25m, solo el 29.27% tienen una pendiente de inclinación máxima permitida de 8% y de 73 rampas con longitud mayor a 25m, el 54.48% no cumplen con la longitud y pendiente de inclinación adecuada. El 78.36% tienen una pendiente de inclinación no permisible según la NTC 4774, infiriendo que casi una cuarta parte del total de las rampas de dicha troncal no cumplen con la normativa. Los 159 descansos en puentes, el 78.62% poseen longitud permisible de 1.5m o más y el 83% cumple con el criterio de ancho.

La troncal NQS Central se compone de 13 estaciones, 11 estaciones con acceso por puentes peatonales y 2 con cruces a nivel. La troncal NQS Central consta de 15 rampas

donde el 100% cumple tanto con la longitud permisible de 1.0m o más, como también el ancho igual o mayor 0.90m, no presentando ningún problema en cuanto a longitudes y anchos. De las pendientes de inclinación de las 15 rampas de la troncal, 10 rampas con longitudes entre 1.5m y 3.0m, el 70% cumplen con la pendiente de inclinación máxima de 10% y de 5 rampas con longitud entre 3.0m y 10.0m, el 60% su pendiente de inclinación máxima es de 8%. De las 15 rampas mencionadas, el 66.67% constan de pendientes de inclinación adecuadas y el 33.33% tienen una pendiente de inclinación mayor no cumpliendo con la normativa vigente. La troncal cuenta con 156 rampas donde el 49.36% tienen longitud permisible de 25m o menos, infiriendo que un poco más de la mitad del total de rampas de los puentes peatonales son extensas. El 97.44% de las rampas tienen un ancho igual o mayor a 1.50m. De acuerdo a las pendientes de inclinación, 47 presentan una longitud igual o menor a 15m y el 48.94% cumplen con la pendiente de inclinación máxima de 10%. De 31 rampas con longitudes entre 15m y 25m, solo el 22.58% tienen una pendiente de inclinación máxima permitida de 8% y 78 rampas con longitud mayor a 25m, representan el 50% del número de rampas totales que no cumplen con la longitud y pendiente de inclinación adecuada. El 80.77% tienen una pendiente no recomendable.

La troncal Américas consta de 17 estaciones de las cuales 10 son de cruces a nivel y 7 son puentes peatonales. De 61 rampas en la troncal por cruces a nivel, el 85.25% cumple con la longitud permisible de 1.0m o mayor. Con respecto a los anchos de dichas rampas el 100% cumple con el ancho permisible. Las pendientes de inclinación de las 61 rampas de la troncal, 30 de ellas cuentan con una longitud menor o igual a 1.5m y el 33.33% tienen una pendiente de inclinación máxima de 12%, cumpliendo con el parámetro. De 13 rampas con longitudes entre 1.5m y 3.0m, solo el 30.77% cumplen con la pendiente de inclinación máxima de 10% y de 18 rampas con longitud entre 3.0m y 10.0m, el 66.67% cuenta con su pendiente de inclinación máxima es de 8%. De acuerdo a lo anterior, el 44.26% tienen pendientes de inclinación adecuadas. La troncal cuenta con 82 rampas donde el 63.41% cumplen con la longitud permisible de 25m o menos. Por su parte, la troncal tiene puentes peatonales con 82 rampas donde el 63.41% cumplen con la longitud permisible de 25m o menos y el 36.59% son rampas de longitudes mayores a 25m. El 100% de las rampas tienen un ancho adecuado. Con respecto a las pendientes de inclinación existentes en las 82 rampas de la troncal Américas, 20 tienen una longitud igual o menor a 15m y 19 cumplen con la pendiente máxima de 10%. De 32 rampas con longitudes entre 15m y 25m, solo el 34.38% tienen una pendiente de inclinación máxima permitida de 8% y 30 rampas con longitud mayor a 25m, que representan el 36.59% del número de rampas totales, no cumplen con la longitud y pendiente. Solo el 36.59% de las rampas en puentes cumplen con pendientes de inclinación permisibles.

La troncal NQS Sur consta de 16 estaciones las cuales 3 son de cruces a nivel y 13 con acceso por puente peatonal. En la troncal NQS Sur hay presentes en cuanto a cruces a nivel 12 rampas sin ninguna falencia en cuanto a longitud y ancho. Ahora bien, 8 rampas con longitudes entre 1.5m y 3.0m 7 cumplen con la pendiente de inclinación máxima de 10% y de 7 rampas con longitud entre 3.0m y 10.0m todas cuentan con su pendiente de inclinación máxima es de 8%. De las 12 rampas descritas anteriormente, 11 tienen una pendiente de inclinación adecuada y solo una de rampas no cumplen con la pendiente de inclinación no permisible e incorrecta, no cumpliendo con la normativa vigente y aduciendo que en cuanto a pendientes de inclinación cumplen en su gran mayoría. De los 222 descansos totales, el 86.04% poseen longitud aceptable de 1.5m o más y el 13.96% tienen longitud menor a 1.5m.

La troncal Caracas Sur cuenta con 14 estaciones de las cuales solo una cuenta con acceso por puente peatonal y cruce de nivel a la vez. En la troncal hay en los cruces a nivel 81 rampas, las cuales, solo el 2.47% presentan dificultades en su longitud (menor a 1m). Las pendientes de inclinación de 39 rampas con longitudes entre menores a 1.5m, solo el 10.26% cumplen con la pendiente de inclinación máxima de 12%; de 21 rampas con longitud entre 1.5m y 3m, el 38.10% cuentan con pendiente máxima de 10% y de 21 rampas con longitudes entre más de 3 y 10m, 80.95% tienen una pendiente de inclinación máxima de 8%. De 81 rampas solo el 35.80% tienen una pendiente de inclinación adecuada mientras que el 64.20% no cumplen con la pendiente de inclinación correcta, indicando que más de la mitad del total de las rampas presentan problemas en su pendiente de inclinación.

La troncal Eje Ambiental se compone de solo 2 estaciones con cruces a nivel. Tanto las longitudes y anchos permisibles son adecuadas. Por su parte, 6 rampas con longitudes iguales o menores a 1.5m, 4 cumplen con la pendiente de inclinación máxima de 12%, una rampa posee longitud entre 1.5m y 3m cumpliendo con la pendiente de inclinación máxima de 10%, 7 rampas con longitud entre 3 y 10m, 3 cumplen con la longitud máxima de 12%.

La troncal Calle 26 se compone de 13 estaciones las cuales 4 son de cruces a nivel y 12 accesos por puentes peatonales. Con respecto a las 15 rampas de los cruces a nivel de la troncal Calle 26, éstas no presentan inconvenientes tanto en longitud como en ancho. La rampa que tiene longitud menor o igual a 1.5m cumple con la pendiente de inclinación máxima de 12%. De 9 rampas con longitudes entre 1.5m y 3.0m, 3 cumplen con la pendiente de inclinación máxima de 10%; 4 de 5 rampas con longitudes entre 3.0m y 10m tienen la pendiente de inclinación máxima de 8%. Con respecto a las pendientes de inclinación presentes en los cruces a nivel de la troncal Calle 26, 53.33% tienen pendientes de inclinación adecuadas. De 147 rampas existentes en los puentes peatonales, 78.91% constan de longitudes permisibles de hasta 25m. El 95.24% del

total de rampas son igual o mayores a 1.5m, siendo adecuadas. Se evidenció que 61 de 74 rampas con longitudes iguales o menores a 15m cuentan con la pendiente máxima permisible de 10%; de 40 rampas con longitudes entre 15m y 25m, solo el 30% cumplen con la pendiente de inclinación máxima de 8%; las 33 rampas restantes correspondientes al 22.45% del total, tienen longitudes mayores a 25m y no cumplen con las pendientes de inclinación recomendables. Cabe resaltar que el 49.66% del total de las rampas de la troncal cumplen con las respectivas pendientes de inclinación adecuadas. Con respecto a los 137 descansos presentes en los puentes peatonales de Calle 26, 89.05% tienen longitud permisible de 1.5m o más y el 10.95% tienen longitudes menores a 1.5m.

Los resultados de las pruebas como usuario de silla de ruedas ingresando a las estaciones seleccionadas del sistema troncal arrojó los siguientes resultados: En la estación de estudio se generó un desplazamiento de 194.5m y el tiempo transcurrido desde el inicio del ascenso hasta la llegada al torniquete para personas en silla de ruedas fue de 6’24” (hora valle) y 12’51” (hora pico); en la segunda estación de estudio la longitud recorrida fue de 193.8m con tiempos de desplazamiento de 4’56” y 5’50”; en la tercera estación de estudio se desarrolló el desplazamiento en una longitud de 282.5m con tiempos entre 5’45” y 5’49”. Variables como nivel de ocupación en las sendas y los materiales de rasante influyeron en los resultados. Es importante señalar que el sujeto de prueba era un adulto hombre menor a 25 años. En la imagen 2 se aprecia la labor de campo realizada para simular los desplazamientos.

Imagen 2. Registro labores del trabajo de campo.

De la percepción ciudadana frente al acceso de personas en silla de ruedas al sistema BRT-TM se encontró que, en cuanto a calidad de infraestructura peatonal para acceder a las estaciones del sistema, la percepción es regular y mala en un 65.10%. Del total de encuestados, el 91.8% da prioridad de paso a personas en silla de ruedas, el 87.4% están entre muy dispuestos y dispuestos a ayudarlos a ascender. Los encuestados opinan que los tres problemas importantes que puede afrontar una persona en silla de

ruedas: la imposibilidad física en puentes peatonales extensos e inclinados, deslizamiento por superficies lisas o inclinadas y riesgo de golpe o caída en puentes y cruces a nivel. Asimismo, 94 personas expresaron que las pendientes en puentes peatonales son un problema para personas en silla de ruedas y 83 personas piensan que el poco ancho de puentes y puertas representa un problema. Con respecto a la señalización para personas con movilidad reducida para acceder a las estaciones, el 85.7% de los encuestados piensa que es entre regular e inexistente; 55.50% de los encuestados no está de acuerdo con la presencia de ventas informales en los accesos y el 21.20% de los encuestados ha tenido o visto algún accidente en los accesos a Transmilenio. Por último, los usuarios consideran que la combinación de concreto y lámina metálica para puentes peatonales es la más cómoda y segura.

4. Conclusiones

La implementación del sistema BRT-TM mejoró las condiciones de transporte público y sirvió como un primer paso en la mejora de la accesibilidad a las personas con movilidad reducida y personas con otras discapacidades en Bogotá. Con la evolución del marco normativo nacional y distrital se desarrollaron mejoras en la infraestructura peatonal, específicamente asociadas con los puentes peatonales. Como se evidenció, la infraestructura más reciente tiene mejores condiciones de accesibilidad para las personas en sillas de ruedas y limitaciones a la movilidad, sin embargo, la infraestructura peatonal de las primeras fases de implementación tiene dificultades. Este hecho invita a realizar los ajustes mayores requeridos para que toda la infraestructura peatonal de acceso a las estaciones del sistema troncal BRT cumpla al máximo la normativa, la cual, está amparada desde sentencias de las Cortes.

Los puentes peatonales son el elemento que más problemas registran asociado con aspectos como longitud y pendiente. En este aparte, la existencia de materiales con poca adherencia o que faciliten el desplazamiento de las ruedas de sillas de ruedas e incluso coches es un aspecto a revisión. Asimismo, el vandalismo y robo de elementos en los puentes es un factor de riesgo visible, el cual, debe ser monitoreado y atendido con prontitud por parte de la ciudad. Con relación a los cruces a nivel las dificultades se asocian con el deterioro de los materiales, pérdida de demarcación, presencia de materiales defectuosos y evidencias de fallas en el mantenimiento.

Otros aspectos que afectan la accesibilidad peatonal en las estaciones con ingreso a nivel se relacionan con la presencia de vendedores y deficiencias con el drenaje. En algunas estaciones durante presencia de lluvias se observan encharcamientos que afectan los desplazamientos de los peatones, especialmente para aquellas personas

con movilidad reducida. Por su parte, los vendedores informales se ubican en algunos ingresos de estaciones y puentes peatonales reduciendo los anchos transitables.

Se estima que el número de viajes desarrollado por personas con algún tipo de limitación física o discapacidad en la ciudad/región podría aumentar al mejorar las condiciones de la calidad de los servicios en espacio público y transporte público que ofrece la ciudad, así como otros aspectos como seguridad y cultura ciudadana. Realizar las intervenciones para mejorar los desplazamientos de personas con discapacidad y/o limitaciones físicas no solo beneficiará a esta población vulnerable, tendrá efectos notables en la calidad del servicio y la percepción ciudadana frente al transporte público troncal. Es así como un transporte incluyente y accesible debe ser soportado desde la oferta y la mejora de la infraestructura peatonal existente, siendo una primera cuota en cumplimiento de la Ley.

La cultura ciudadana es otro aspecto que debe mejorar en el sistema alrededor de la accesibilidad. Durante las horas de máxima demanda de viajes, aún con la mejor infraestructura peatonal, la saturación peatonal en puentes y accesos a las estaciones obstaculiza los desplazamientos de personas en sillas de ruedas o en cualquier tipo de condición, incluso la circulación de coches de niños. Una cultura de inclusión invita a los ciudadanos a ser solidarios y apoyar a las personas vulnerables en sus desplazamientos en los puentes peatonales; además, convoca a la apertura de canales libres para el desplazamiento libre y seguro.

La accesibilidad para las personas de sillas de ruedas no solo debe verse en el espacio delimitado a las estaciones y es necesario entender que la accesibilidad es un tema integral que comprende la infraestructura de aproximación a las estaciones de transporte público masivo de la ciudad. Finalmente, un cuestionamiento que surge es sí realmente los puentes peatonales son la mejor opción para facilitar los desplazamientos de los peatones a las estaciones BRT-TM, y sí el diseño de la infraestructura fue concebido priorizando a los vehículos particulares en carriles mixtos y los mismos buses del sistema. Este cuestionamiento debería ser llevado a otras ciudades de Latinoamérica con sistemas BRT.

5. Referencias Bibliográficas

Barnes, C., y Mercer, G. (2005). Disability, work, and welfare: challenging the social exclusion of disabled people. Work, employment and society, 19(3), 527-545.

Cámara de Comercio de Bogotá (2023). Encuestas de percepción ciudadana. Recuperado de https://bogotacomovamos.org/productos/#encuesta.

Corte Constitucional República de Colombia (2014). Personas con discapacidad como sujetos de especial protección constitucional. Recuperado de https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2014/t-192-14.htm.

Corte Constitucional República de Colombia (2019). Personas con discapacidad como sujetos de especial protección constitucional. Recuperado de https://www.corteconstitucional.gov.co/Relatoria/2019/T-621-19.htm

Ocampo S., González J.S. (2020). Evaluación de la accesibilidad de personas en silla de ruedas al sistema de transporte público masivo de Bogotá, Transmilenio. Universidad de La Salle. Colombia.

Organización Mundial de la Salud (2011). Informe mundial sobre la discapacidad. Banco Mundial. Recuperado de https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/summary_es.pdf.

Restrepo J.D. (2017). Análisis de la accesibilidad en el transporte público para personas con discapacidad en la ciudad de Medellín. Universidad de Manizales. Colombia.

Secretaría Distrital de Movilidad (2023). Encuesta de movilidad Bogotá/Región. Recuperado de https://www.encuestademovilidad2023.com/.

Secretaría Distrital de Salud (2020). Personas en condición de discapacidad. Recuperado de http://www.saludcapital.gov.co/DSP/Paginas/Personasencondiciondediscapacidad.aspx.

ALTERNATIVAS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BUSES DE ALTA CAPACIDAD, BRT, EN LA CIUDAD DE PASTO (COLOMBIA)

Daniel Isaí González Sánchez
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. digonzalezs@unal.edu.co

RESUMEN

La ciudad de Pasto, ubicada en la parte suroccidental de Colombia, cuenta con una población de 392930 (censo 2018) y un área urbana de 26,4 km², y se proyecta cuente con unos 520mil habitantes para el 2050. Su crecimiento está delimitado en su zona occidental por el volcán Galeras, en estado activo, y por gestión del riesgo implica un aumento de su mancha urbana hacia el oriente y norte y sur de la ciudad, alejándose de su actual centro. En 2017 la ciudad apareció en el índice global de congestión vehicular entre las 100 primeras ciudades más congestionadas del mundo y la quinta en Colombia; siendo la 18 en el país por población y la velocidad comercial promedio para el transporte público es de 16,6 km/h tanto en hora pico como en hora valle. El alto tráfico; atípico en una ciudad de su tamaño, el aumento de población y creación de nuevas zonas urbanas, generan la necesidad de un sistema de transporte público con mayor calidad y nivel de servicio. La implementación de un BRT está pensada para una mayor cantidad de pasajeros hora sentido y no es aplicable desde ningún punto de vista en la ciudad de Pasto, pero en el presente trabajo se plantean alternativas, para aplicar sus mayores bondades, simplificando su operación para ciudades con menor espacio en vías y con características similares, pues Colombia y Brasil principalmente, cuentan con ciudades pequeñas y altos niveles de congestión, y así pueden mejorar su transporte público y preparar las urbes para su crecimiento en población, pues el problema hasta el momento solo viene en aumento.

1. Introducción

El transporte público de la ciudad de Pasto se enmarca legalmente en Colombia, como un Sistema Estratégico de Transporte Público, reglamentado bajo la ley 1151 de 2007, para ciudades medianas, de entre 250mil y 600mil habitantes; las ciudades con más de 600mil habitantes cuentan con Sistemas Integrados de Transporte Masivo (SITM), que pretende realizar inversiones financiadas entre un 40 y 70% por el gobierno nacional, con el fin de adecuar y construir malla vial, toda vez que las ciudades intermedias han venido presentado prematuramente problemáticas similares a las de las grandes ciudades, como flota muy antigua y contaminante, mala calidad en el servicio, baja o nula integración modal y pésima gestión empresarial, pues antes de dicha ley el servicio era prestado por incontables empresas y rutas que surgía en virtud de la demanda con nula o baja planeación ni control.

De las cien ciudades más congestionadas del mundo para el 2017, ocho eran colombianas, y cinco de ellas intermedias; menos de 600mil habitantes, con velocidades comerciales de operación del transporte público bajas y atípicas para ciudades que no son grandes.

Por su limitación debido a sistema general de gestión del riesgo, la ciudad tenderá a crecer principalmente hacia el norte y sur en torno a la Via Panamericana, que atraviesa parte de la ciudad en dicha dirección, generando a futuro a parte de la lógica expansión de la ciudad, viajes más largos y mayor congestión sobre la carretera principal, por la que no solo circula transporte público y tráfico mixto, sino también transporte pesado con productos de la zona, en tránsito hacia Ecuador y el centro del país.

La cantidad de pasajeros hora sentido, el Índice de Pasajeros por Kilometro (IPK), su población y el perfil vial general de sus vías principales, hacen inviable e innecesario la construcción de un sistema masivo basado en Buses de Tránsito Rápido (BRT por sus siglas en inglés), pero sus crecientes problemas de movilidad requieren un sistema que procure aislar el transporte público del tráfico mixto, así se pretenden presentar alternativas basadas en los BRT, pero viables en ciudades pequeñas en intermedias, preparándolas para su crecimiento futuro, pues en Colombia la población rural pasó de ser del 26% en el 2000 al 18% en 2022, dicha tendencia no cambia y el aumento de población de la ciudad de Pasto ha sido sostenido en un 0,6% anual, coincidiendo con las proyecciones en Latinoamérica y el caribe, según el Banco Mundial, en que la población cada vez tiende a ser más urbana y menos rural.

2. Generalidades

La ciudad de San Juan de Pasto está localizada en la zona suroccidental de Colombia y es la ciudad intermedia más cercana a Ecuador, país con el que Colombia tiene relaciones comerciales y existe transito libre hasta ciertas zonas fronterizas, y la principal vía de acceso y que atraviesa la ciudad, en vez de rodearla es la Carretera Panamericana. Se proyecta que su población aumente en cerca de 90mil habitantes para el año 2050; basado en el último censo de 2018. Se encuentra al occidente del Volcán activo Galeras por lo que su crecimiento conforme al plan de ordenamiento territorial se ha generado en torno a la vía Panamericana y la Avenida los Libertadores, que conecta con el centro de la ciudad.

Figura 1: crecimiento urbano ciudad de Pasto 1985-2005-2023

Por normativa es una ciudad intermedia y su población urbana tiene tendencia a aumentar desde el año 2005 y se proyecta que para 2050, el 90% de la misma lo sea. Desde el 2013, la construcción de vivienda ha tenido un crecimiento sostenido de 10,5% anual y la densidad urbana es cercana a 15000 hab/km^2, por encima del promedio de ciudades colombianas; 11807,02 hab/km^2, superior incluso al de Cali; tercera ciudad más grande del país. (DNP 2017)

Tabla 1: Proyección población San Juan de Pasto

Población Total				Población urbana			
2005	2017	2035	2050	2005	2017	2035	2050
386.605	455.647	518.900	520.681	315.636	380.909	452.593	466.931
Porcentaje de población urbana				82 %	84 %	87 %	90 %

3. Vías y transporte

3.1. Perfiles viales

El Plan de Ordenamiento Territorial (POT), es la herramienta que reglamenta el desarrollo del territorio en municipios de más de 100mil habitantes en Colombia, el actual, que rige la ciudad de Pasto, entre 2015 y 2027, clasifica las vías de orden Nacional y urbano, como se muestra en la tabla 2, de igual modo indica las dimensiones mínimas para el ancho de cada vía urbana así: A1; 27,8m, A2; 17m, A3 y A4; 14,1m. Las vías locales, tendrán como mínimo 8,7m cuando sean de un único carril.

Con base en el estudio de línea base de movilidad para implementar el SETP, de las vías usadas por las rutas de transporte público y en cuanto a sus perfiles viales, las vías con secciones inferiores a 8,7m, alcanzan el 33% del total, el 24% son vías con entre 8,7 y 14,1m se sección transversal, entre 14,1 y 21m el 29% y solo el 14% restante del total inventariado, corresponde a vías con más de 21m de ancho.

3.2. Velocidad vial

Varias ciudades intermedias colombianas, sufren de alta congestión, en parte razón por la cual se vio urgente en su momento reglamentar SETP e incluir al gobierno nacional como financiador de soluciones viales locales en conjunto con cada entidad territorial, con el fin de mejorar la infraestructura y así la calidad y nivel de servicio en dichas ciudades.

La velocidad comercial para el transporte público en hora pico para la ciudad de Pasto se sitúa en 16,6 km/h con un máximo y mínimo en dicho periodo de 23,5 km/h y 11,7 km/h respectivamente y en apenas 16,4 km/h en hora valle, con 25,6 km/h y 11,6 km/h como valores máximos y mínimos, valores similares a los de Bogotá, catalogada por un estudio publicado en el Financial Times, como la ciudad más congestionada del mundo.

Figura 2: velocidad en día típico hora pico (izq.) y hora valle (der) – Google Traffic

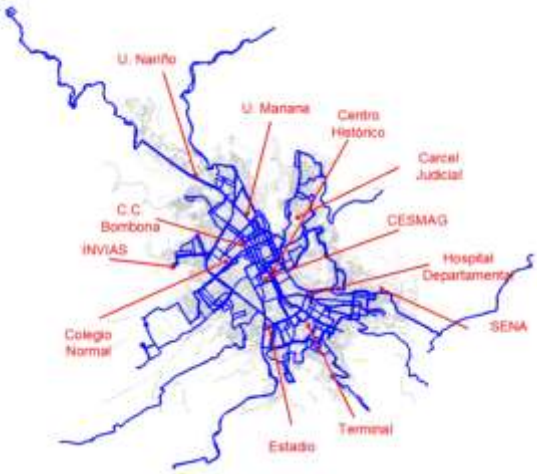
El comportamiento del tráfico en la ciudad se puede evidenciar en las figura 2, tomadas como referencia de un día típico; miércoles y en hora pico de la tarde y el cambio que no es tan notorio como debería en hora valle antes del mediodía.

3.3. Sistema Estratégico de Transporte Público

Desde 2017 y con línea base en 2013, se han implementado mejoras y generado infraestructura en el marco de cumplimiento del SETP, que se ha centrado en el mejoramiento de algunas vías principales y secundarias, la construcción de patios en puntos estratégicos de la ciudad, el mejoramiento de la flota y el sistema de recaudo, y en concordancia con el POT, crear carriles bus en cada vía nueva construida. Ya en funcionamiento no hay ningún carril bus de los generados que funcione como tal, de modo que el transporte público transita con el mixto en todo su recorrido.

La red de rutas que circulan actualmente en la ciudad se reduce a 24 y transportan con datos del 2017 a cerca de 150mil pasajeros por día, con recorridos de entre 14,2km y 41,2km y cubren de manera adecuada los recorridos en la ciudad y zonas suburbanas con alta demanda. La frecuencia de las rutas oscila entre los 3,5 y 20 minutos.

Figura 3: red de rutas SETP y puntos de referencia – SIGMA GP 2017

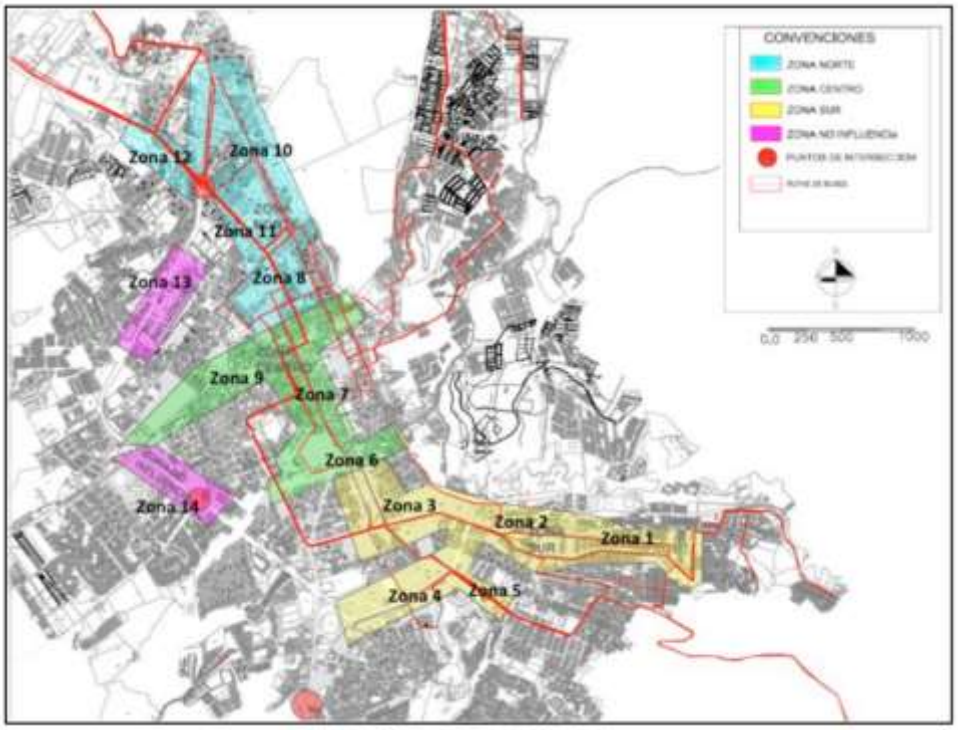


El conpes 3549 de 2008 fue el punto de partida para implementar el SETP y permitió se financiaran los recursos para su implementación, en donde se estableció la necesidad de carriles preferenciales a la derecha de la vía; hoy construidos pero que no cumplen su función, y se desestimó la construcción de carriles exclusivos, pues para entonces y según el documento, al revisar los modelos, las mejoras en tiempos de desplazamiento no eran significativos y durante su construcción se generarían traumatismos en la ciudad por falta de vías alternas, esto con base en la Caracterización de la Movilidad del Municipio de Pasto realizado por la UPTC en 2004.

3.4. Caracterización de los desplazamientos

Para el planeamiento de las rutas, se generaron 14 zonas a lo largo de las vías principales de la ciudad, en las que las zonas 1, 9 y 10 en la zona norte atraen el 80% de los viajes; el 22% de ellos es atraído por la zona 1, en el centro de la ciudad, esto coincide con el comportamiento descrito anteriormente, en que se espera que la ciudad siga creciendo hacia el norte y oriente principalmente. Las zonas atractoras de viajes se encuentran en la periferia de la ciudad y en extremos opuestos, como se muestra en la figura 4.

Figura 4: zonas de estudio para caracterización SETP – SIGMA GP



4. Buses de Tránsito Rápido (BRT)

Como solución a la congestión y con el fin de mejorar los tiempos de desplazamiento del transporte público, los BRT se han implementado con éxito, como sistemas de transporte masivo de alta capacidad, diseñados para transportar entre 10 mil y 40mil pasajeros hora sentido.

4.1. TransMilenio

Como se ha mencionado, Bogotá sufre de problemas de congestión, cada vez más notorios debido al aumento continuo de la flota vehicular, y el TransMilenio es hasta el momento la red de transporte masivo que sirve a la ciudad, mientras se construye su red metro; con su primera línea en construcción. El BRT de la ciudad de Bogotá fue inaugurado en el 2000 y ha sido referente de este tipo de transporte masivo por décadas. La velocidad comercial del sistema, teniendo en cuenta paradas en las estaciones y tiempo promedio de espera y transbordos es de 27km/h y su capacidad técnica es de 48mil pasajeros hora sentido.

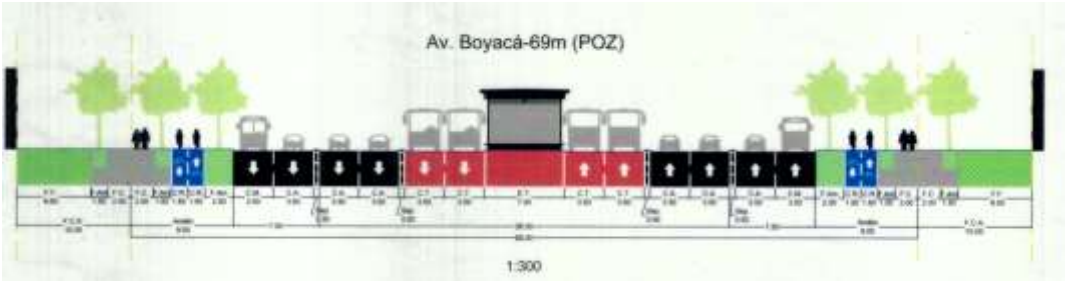
Figura 5: Sistema BRT en funcionamiento en Bogotá

4.2. Perfiles y requerimiento viales

Bogotá cuenta con ocho millones de habitantes, y vías principales con secciones transversales de entre 70 y 100m, las vías con menor sección transversal en que circula Transmilenio tienen 40m.

Una sección típica en que circula el sistema, requiere cuatro carriles exclusivos de 3,5m de ancho cada uno, y como mínimo cuatro metros destinados para las estaciones, requiriendo a lo largo del recorrido un ancho de por lo menos 18m. Cumple con todas las características necesarias para ser un BRT pesado, estas son, pago al ingreso de la estación, carriles exclusivos ingreso, si así se requiere mediante puentes peatonales e infraestructura en el centro de las vías para no interferir con el tráfico mixto.

Figura 6: Sección típica requerida para TransMilenio en la ciudad de Bogotá



4.3. Otros perfiles viales para TransMilenio

Las vías de la ciudad de Pasto no cumplen con espacio suficiente para implementar un BRT pesado y por la demanda de transporte de la ciudad tampoco lo requiere, pero simplificando el funcionamiento y tomando como referencia el sistema TransMilenio, se plantean alternativas para mejorar el nivel de servicio en la ciudad de Pasto, disminuyendo el requerimiento de espacio.

En troncales que tienen menos flujo de pasajeros en Bogotá, el sistema cuenta con un carril por sentido segregado para el sistema y solo se amplía a dos carriles por sentido en las estaciones, de modo que los buses que no se detienen en dicha estación puedan realizar el sobre paso. De este modo en gran parte del recorrido el sistema solo necesita 7m de ancho, pero en zonas de estaciones requiere los mismos 18m como mínimo.

En una de las primeras troncales construidas de Transmilenio y para disminuir su necesidad de espacio, se optó por construir estaciones con vagones unidireccionales, es decir, una estación segmentada, en que solo se detengan en cada vagón rutas a uno de sus costados, de modo que el requerimiento de carriles exclusivos en dicho punto se reduce a únicamente tres, para permitir el sobrepaso de los buses en las estaciones. En la figura 7 se muestra dicho funcionamiento así: en los vagones mostrados, solo se detienen servicios que se dirigen al sur y existe un carril extra para sobre paso (izquierda de la imagen), mientras que del lado opuesto de los vagones solo se requiere un carril, pues los buses que se dirigen al norte ya hicieron su parada en vagones que quedan al respaldo de donde se tomó la foto, donde la distribución de carriles es la misma planteada, pero en sentido opuesto, reduciendo la necesidad de espacio a 13m, pues los vagones ya no requieren 4m de ancho.

Figura 7: estaciones con vagones unidireccionales Transmilenio

La ausencia de TransMilenio en una de las vías principales de la ciudad, llevó a la implementación de buses duales, diseñados para transitar con el tráfico mixto, pues tienen puertas al costado derecho del bus, pero capaces de ingresar a las troncales del sistema y hacer uso de las estaciones, pues cuentas con puertas al costado izquierdo, de modo que usan el carril segregado cuando lo requieren y permiten conectar las troncales de TransMilenio con vías que no cuentan con dicha infraestructura.

Figura 8: Buses duales sistema TransMilenio

5. Alternativas a la implementación de un BRT en la ciudad de Pasto

El índice de pasajeros por kilómetro en la ciudad de pasto, ronda el 2,6, el requerimiento de viajes y pasajeros por día del SETP hacen innecesaria la implementación de un sistema BRT pesado, pero la segregación de carriles ahora parece necesaria, pues según la encuesta SITM y SETP 2020, el 35,2% de los viajes en la ciudad de Pasto duraron entre 6 y 15 minutos, el 44,4% entre 16 minutos y media hora y el 19% más de media hora, esto sin contar el tiempo de espera, solo el recorrido

dentro del bus, tiempos excesivos para una ciudad en que la máxima distancia a recorrer es de 21km en promedio, para alguien que tome una ruta en su primera parada y se dirija a la última.

El POT de la ciudad prevé secciones transversales para vías A1 y A2 con las dimensiones necesarias para carriles bus de 3,5m por sentido y en la mayoría de las vías principales se cuenta con un separador de 4m. El perfil vial mínimo típico según el POT para vías A1 y A2, se muestra en la figura 10.

Figura 10: ancho mínimo para ejes viales arteriales según POT

Elemento	Carril vehicular	Carril SETP	Anden	Ciclo ruta	Franja de protección vehicular	Separador	TOTAL PERFIL
Cantidad	2	2	2	1	1	1	
Dimensiones mínimas	3.0	3.5	4.8	2.4	0.8	2.0	
TOTAL	6.0	7	9.6	2.4	0.8	2.0	27.8

El carril SETP no se respeta ni esta segregado, pues se plantea del lado derecho de la vía, lo cual no permite que físicamente se separe de la vía, pues los giros derechos del tráfico mixto lo impiden. Como solución, para minimizar la afectación y necesidad de infraestructura para mejorar los tiempos de desplazamiento y preparar la ciudad para su expansión, si es posible segregar un carril por sentido para el SETP en el centro de la vía, con carriles de sobre paso en paraderos, no necesariamente en todos, pues la frecuencia de las rutas de entre 3,5 y 20minutos puede que no genere cola en paraderos, aun así, el sobrepaso se podrá generar en solo algunos paraderos y de modo unidireccional.

Los separadores de vías principales en general cuentan con 4m de ancho más que suficiente para realizar la espera de los buses de forma segura y con poca inversión es factible generar paraderos adecuados. No es necesario realizar el pago de ingreso al sistema de manera externa, la validación puede seguir siendo en el bus, y los buses deben ser duales, de modo que en las vías arteria circulen por carril exclusivo, y en las restantes compartan su recorrido con el tráfico mixto, así que no es necesario replantear rutas, solo que estas harán uso más eficiente de la infraestructura y se disminuirá el tiempo de viaje de forma significativa, a diferencia de la necesidad planteada en 2004, cuando el tráfico de la ciudad transitaba en flujo libre.

Con estas implicaciones, la inversión en infraestructura es mínima, se aprovecha la existente y no hace necesarios transbordos. La inversión realizada que hasta el momento que se ha centrado en mejoramiento de vías y construcción de patios es totalmente aprovechable si se usa esta alternativa.

6. Referencias Bibliográficas

Consorcio SIGMA GP (2013) Línea base de movilidad en la ciudad de Pasto, en relación a la prestación de servicio del transporte público, previa entrada en funcionamiento del SETP, *Departamento Nacional de Planeación,* 98p

Alcaldía de Pasto (2015) Perfiles viales, Plan de Ordenamiento Territorial, 2015-2027, Pasto territorio con sentido, *Alcaldía Municipal de Pasto,* 38p

Observatorio de ciudades (2019) Atlas de la aglomeración de Pasto, *Departamento Nacional de Planeación,* 50p

Portafolio (2023) Bogotanos perdieron en promedio 132 horas en trancones durante 2022, *diario Portafolio,* 3p

Rodríguez M, Bernal J, Beltrán O (2018) Programa de sistemas estratégicos de transporte público (SETP), caso de estudio: Colombia, *Banco Interamericano de Desarrollo,* 40p

DNP (2008) Conpes 3549: Sistema Estratégico de transporte público de pasajeros para la ciudad de Pasto, *Departamento Nacional de Planeación,* 45p

Consenso Investigaciones (2021) Encuesta SITM y SETP 2020, *Ministerio de Transporte,* 98p

CABLES AÉREOS CÓMO MODO DE TRANSPORTE PÚBLICO: REVISIÓN DE AVANCES TECNOLÓGICOS, CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE SERVICIO E IMPACTOS SOCIALES EN LATINOAMÉRICA Y EL CARIBE

Santiago Cardona-Urrea
Department of Human Geography and Spatial Planning, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.
s.cardonaurrea@uu.nl

Jaime Soza-Parra
Department of Human Geography and Spatial Planning, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.
j.a.sozaparra@uu.nl

Dick Ettema*
Department of Human Geography and Spatial Planning, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.
d.f.ettema@uu.nl

RESUMEN

El éxito de la primera línea de Metrocable en Medellín, que alimenta al sistema Metro, sirvió cómo punto de quiebre para considerar los sistemas de cable aéreo (aerial cable cars – ACC en inglés) cómo modo de transporte público en entornos urbanos. En los años siguientes, 33 líneas de ACC fueron inauguradas en Latinoamérica y el Caribe (LAC), la mayoría después del 2010. Este artículo tiene dos objetivos: i) Describir las características sociodemográficas, topográficas y de movilidad en los casos de estudio identificados en LAC; y ii) presentar la evidencia empírica relacionada con movilidad, accesibilidad e inclusión social. Los reportes fueron descargados de bases de datos científicas en inglés, español y portugués, complementados con el método de bola de nieve. Los resultados muestran que gran parte de las líneas de ACC sirven cómo alimentador de sistemas de transporte de mayor capacidad. Se ubican en barrios de bajos recursos económicos, en la periferia de las ciudades y sobre laderas. Por otra parte, algunos sistemas tienen como objetivo estructurar el sistema de transporte. Las futuras investigaciones deberían concentrarse en el comportamiento de viaje y la integración de los distintos modos de transporte.

1. Introducción

El transporte público es esencial para suplir las necesidades de accesibilidad de la población, especialmente para la población vulnerable, los cuales sufren más por la segregación espacial e inequidad de las ciudades (Bocarejo & Oviedo, 2012). Características morfológicas especiales (cómo la topografía escarpada) o la consolidación de la forma urbana en algunas ciudades, ha generado la necesidad de modos de transporte público especializados, cómo lo son los Sistemas de Cable aéreo para Transporte público (ACT por sus siglas en inglés) (Alshalalfah et al., 2012). El *Metrocable* en Medellín (2004) fue la primera implementación urbana de los cables aéreos cómo modo de transporte público, produciendo un giro para considerar esta tecnología para suplir las necesidades de transporte en asentamientos urbanos con características especiales, en este caso barrios asentados sobre laderas. El *Metrocable* utiliza una tecnología comúnmente usada para conectar estaciones de ski en regiones montañosas en países del norte global (Alshalalfah et al. 2012; Brand & Dávila, 2011).

Los ACT cómo modo de transporte público en zonas urbanas poseen ciertas ventajas desde el punto de vista de la planificación del transporte (Alshalalfah et al. 2012; Brand & Dávila, 2011; Flesser & Friedrich, 2022): i) Los ACT pueden sobrepasar áreas de la ciudad con dificultades topográficas tal cómo montañas, ii) Solo las estaciones y pilonas son construidas en el terreno. El resto del sistema es aéreo y puede seguir cualquier dirección, aunque siempre en línea recta entre estaciones. Así, el ACT genera menos disrupciones en las dinámicas de uso del suelo de los barrios, comparado con otros proyectos de infraestructura del transporte, iii) Los costos y tiempos de construcción son menores, comparados con sistemas férreos, lo que los hace una opción atractiva entre políticos que desean mostrar resultados a la comunidad, iv) Los ACT son propulsados por energía eléctrica, lo que reduce la contaminación del aire y genera beneficios ambientales y de salud a los residentes.

Hasta el momento, la mayor parte de las revisiones se han concentrado en los aspectos técnicos y tecnológicos, ventajas respecto a otros modos de transporte, la frecuencia de las implementaciones alrededor del mundo y sus modelos de negocio (Alshalalfah et al., 2012; Canon Rubiano et al., 2020). La mayor parte de las implementaciones se han dado en Latinoamérica y el Caribe (LAC), alcanzando 24,8% del total de ACC a nivel mundial, 62% de estos construido cómo modo de transporte. Por ejemplo, en LAC se han construido cables aéreos en 12 ciudades de siete países en las últimas dos décadas (Vergel-Tovar, 2022).

Revisiones previas se han enfocado en los aspectos tecnológicos y financieros y su implicación en la movilidad sostenible (Alshalalfah et al., 2012; Canon Rubiano et al., 2020). Por lo tanto, existe una brecha en los impactos sociales de los sistemas de cable

aéreo (ACC) considerando estudios empíricos. Por lo tanto, se plantearon las siguientes preguntas de investigación para esta investigación:

- ¿Cuáles son las características sociodemográficas, topográficas y de movilidad en el área de influencia de los ACC? ¿Cuál es el rol del ACC en el sistema de transporte público?
- ¿Cuáles son los impactos sociales, enfocados en movilidad y transporte, del ACC cómo modo de transporte público, considerando evidencia empírica en investigación del transporte?

Está revisión de literatura resuelve esas preguntas, enfocándose en la evidencia empírica publicada sobre los estudios de LAC. Esto se explica porque los ACC se han consolidado cómo un nicho del transporte público allí (Flesser & Friedrich, 2022; Vergel-Tovar, 2022).

2. Metodología

Se tuvieron en cuenta artículos revisados por pares, de conferencias o capítulo de libro publicados en inglés, español y portugués. La búsqueda fue realizada en diciembre de 2022, usando las siguientes palabras clave basadas en previas revisiones de literatura (Flesser & Friedrich, 2022):

- Scopus query: TITLE-ABS-KEY ((aerial AND cableway* AND transit) OR (aerial AND ropeway* AND transit) OR (cable AND propelled AND transit) OR ((urban OR (transit OR (public AND transit) OR (public AND transport*) OR (transit AND mode))) AND (cableway OR (cable AND car) OR gondola OR ropeway)))
- Scielo query: transporte público AND (cable aéreo OR teleférico OR telecabina)

Un total de 593 reportes fueron descargados (431 en inglés y 163 en español y portugués). El título y las palabras clave fueron revisados, encontrando 333 no relacionados con el tema y 66 duplicados. El resumen, el material y métodos del resto de los estudios fueron revisados, clasificando aquellos relacionados con casos de estudio en América Latina y el Caribe, que incluyen evidencia empírica sobre su implementación. Estudios relacionados con casos hipotéticos no fueron tenidos en cuenta. Finalmente, 24 documentos cumplieron con los criterios de inclusión, complementados con 18 documentos obtenidos por bola de nieve (32 en inglés, 6 en español y 4 en portugués). Los casos de estudio encontrados están relacionados con Bogotá, Medellín y Manizales en Colombia, Rio de Janeiro en Brasil y La Paz en Bolivia. En esta investigación se reportarán los resultados en movilidad, accesibilidad e inclusión social. Para revisar los resultados de la revisión completa, referirse a Cardona-Urrea et al. (2023).

3. Los cables aéreos en América Latina y el Caribe

Esta sección se concentra en dos tipos de casos de estudios: i) Medellín, Bogotá y Rio de Janeiro, y ii) La Paz y Manizales. Se llevará a cabo una descripción de las características sociodemográficas, topográficas y de movilidad del área de servicio.

3.1. Los cables aéreos para reducir la inequidad espacial: Medellín, Bogotá y Rio de Janeiro

Las áreas servidas por los ACC en Bogotá, Medellín y Rio de Janeiro son similares. Los ACC conectan barrios de bajos niveles socioeconómicos, asentados sobre laderas y en la periferia de la ciudad o áreas en desventaja espacial. Los barrios poseen una provisión inadecuada de servicios esenciales, incluyendo el transporte público, infraestructura vial, agua potable y alcantarillado. Algunos ejemplos relevantes incluyen la Comuna 1 y 2 en Medellín, Ciudad Bolívar en Bogotá y las favelas de Complexo do Alemao y Providencia en Rio de Janeiro. Los ACC en estos barrios funcionan cómo alimentadores de sistemas de transporte más grandes, por ejemplo, el Metro en Medellín o Transmilenio en Bogotá.

Los ACC en Brasil fueron construidos cómo parte de un ambicioso proyecto de inversión en las favelas (Duarte Santos & Soares Gonçalves, 2017). La idea provino de políticos que visitaron el caso de Medellín, usando la mayor parte del presupuesto en la construcción de los ACC. Sin embargo, los habitantes de las favelas preferían la inversión de estos recursos en otras áreas, por ejemplo, conexión de agua potable y alcantarillado (Braga, 2017; Duarte Santos & Soares Gonçalves, 2017). Asimismo, la idea era usar el ACC cómo modo de transporte para los habitantes de la favela y cómo atracción turística. El ACC ofrecía viajes gratuitos a los pobladores de la favela (Freire-Medeiros et al., 2020; Freire-Medeiros & Name, 2015). Los ACC en Rio de Janeiro finalizaron operaciones en el 2016 y no se han registrado esfuerzos para ser abiertos de nuevo (Cavalcanti & Campos, 2022). Por otro lado, el ACC en Ciudad Bolívar fue una ambición entre sus pobladores desde hace muchos años, dado que lo consideraban idóneo para conectar sus barrios de ladera al transporte público, incluyendo inversiones de urbanismo social (Guevara-Aladino et al., 2022; Sarmiento et al., 2020). El Transmicable de Ciudad Bolívar transporta diariamente 27.000 personas (Guzmán, Arellana et al., 2023), mientras que los últimos registros en el ACC de Complexo de Alemao alcanzaban 11.000 pasajeros diarios, muy por debajo de su capacidad instalada (Duarte Santos & Soares Gonçalves, 2017).

Los ACC en las tres ciudades están completamente integradas al sistema de transporte público, sirviendo cómo alimentador de este (Garnica Quiroga, 2020; Morales-Betancourt et al., 2023; Okami et al., 2022). Los usuarios usan el sistema pagando un

solo tiquete o una tarifa diferencial. Luego del éxito de la línea K en 2004, Medellín construyó cuatro líneas de ACC más, integradas con el sistema de transporte público que incluye Metro, Tranvía, y buses de tránsito rápido (BRT) y tradicionales. Similarmente, el ACC en Bogotá está conectado e integrado tarifariamente con Transmilenio, el sistema de BRT de la ciudad (Guzman et al., 2022; Guzman, Arellana et al., 2023). Por otro lado, durante la operación del ACC en Rio de Janeiro, estaba físicamente integrado con la red de trenes y BRT por lo que los residentes solo pagaban el tiquete a estos últimos. Los turistas debían pagar la tarifa completa (Duarte Santos & Soares Gonçalves, 2017).

Antes de la implementación de los ACC en Medellín y Bogotá, los habitantes de estos barrios se movilizaban en buses alimentadores y buses tradicionales o sistemas ilegales de transporte público que no estaban integrados al sistema de transporte público oficial de la ciudad. Por lo tanto, los pasajeros pagaban múltiples tarifas, incrementando su presupuesto y tiempo de viaje para alcanzar las partes más importantes de la ciudad, principalmente el centro, dónde la mayor parte del empleo está ubicado (Bocarejo et al., 2014; Brand & Dávila, 2011; Garnica Quiroga, 2020; Guzman et al., 2022). En Bogotá, los sistemas de transporte ilegal, que se componen de vehículos privados de baja capacidad, no se vieron afectados por la inauguración del sistema de cable. Por su parte, ampliaron su cobertura a zonas rurales, sirviendo cómo alimentador del ACC. En el caso de Rio de Janeiro, la movilidad de los habitantes en Complexo do Alemao y Providencia era caminando o usando vehículos ilegales. El transporte público ilegal se componía de vans, kombis, y moto taxis (Espósito Galarce & da Silva, 2016; Freire-Medeiros & Name, 2017; Gonçalves & Bandeira, 2017). A pesar de los altos costos y la incertidumbre, esos sistemas ilegales ofrecían mayor flexibilidad y cobertura que el ACC, que estaba limitado a estaciones fijas. Por ejemplo, los habitantes del Complexo do Alemao criticaban la ubicación de las estaciones en la punta de las montañas dado que debían ascender la ladera, a pesar de que era gratuito (Duarte Santos & Soares Gonçalves, 2017). Además, el ACC no permitía transportar paquetes dentro de las cabinas, una desventaja para los residentes de las favelas que debían viajar por fuera de la misma para comprar comida, debido a una baja provisión de tiendas dentro de la misma (Braga, 2017; Worms & Sluyter, 2018).

3.2. Los cables aéreos para estructurar el transporte público: La Paz y Manizales

La topografía escarpada y el tamaño de la ciudad en la Paz (Bolivia) (Mi Teleférico) y Manizales (Colombia) (Cable Aéreo) jugaron un rol fundamental en la decisión de estructurar el transporte público alrededor de los ACC. Las ciudades instalaron las primeras líneas en el centro de la ciudad y expandiéndose hacia ciudades conurbadas cómo El Alto (Bolivia) y Villamaría (Colombia) (Escobar et al., 2015; Garsous et al., 2019). La Paz desarrolló un Plan Maestro en 2012, que comprendía la construcción de 11 líneas de ACC y 39 estaciones con el objetivo de brindar transporte público a 1.7

millones de viajes diarios que se hacen en la ciudad (Garsous et al., 2019; Koch, 2013; Martinez et al., 2018). Antes de *Mi Teleférico* el transporte ilegal (Minibuses, Micros, y Trufis) suplía las necesidades de movilidad de los habitantes. En la actualidad, estos servicios compiten con Mi Teleférico debido a que el Plan Maestro no consideró la integración de estos servicios en la operación de la red de ACC. Su flexibilidad y bajas tarifas son atractivas para una gran parte de los viajeros, por ejemplo, Garsous et al. (2019) reportó que 57% de los viajes usan Minibus, 5% Micros, 5% Trufis, comparados con el 2% que alcanza Mi Teleférico. Estos resultados son consistentes con los reportados por Martinez et al. (2018) en dónde Mi Teleférico en su primera fase alcanza 3.78% de la repartición modal de viajeros en La Paz. Además, los usuarios frecuentes de Mi Teleférico son de niveles altos de ingreso y educación (Martinez et al., 2018). Estos reportes consideran datos de 2015, cuando solo la primera fase del Plan Maestro, compuesta por las líneas Roja, Verde y Amarilla, había sido puesta en operación, sin ninguna integración física. Recientemente, reportes antes de la pandemia Covid-19 muestran que el sistema transportaba 96 millones de viajes al año, cerca de 250.000 por día, con diez líneas de ACC trabajando (la línea dorada está en estructuración) (Mi Teleférico, 2022). Antes de la puesta en marcha de Mi Teleférico, autores cómo Koch (2012) cuestionaron la implementación del proyecto debido a que la red de ACC no cubriría las necesidades de demanda diaria de pasajeros en La Paz, cómo si lo podía hacer otros modos de transporte público cómo el BRT. Además, remarcaba que la integración del sistema con los servicios de transporte público tradicional era necesaria para alcanzar los objetivos de equidad, eficiencia, y sostenibilidad (Koch, 2013).

Los dineros aportados desde el gobierno nacional y su apoyo permitieron a La Paz desarrollar su red de ACC más rápido que en Manizales. Los esfuerzos del gobierno local permitieron a esta ciudad de tamaño mediano la inauguración de dos líneas de ACC en 2009 y 2013 mientras una tercera está en construcción. Su área de servicio se compone de los centros de las ciudades de Manizales y Villamaría, así como barrios de mediano ingreso establecidos en la ladera suroeste de Manizales (Escobar et al., 2015; Escobar & García, 2011). Para completar los Planes de Movilidad, dos líneas de ACC son necesarias (Escobar et al., 2015, 2022). Similar a La Paz, el mayor desafío ha sido la competencia con el sistema tradicional de transporte público dado que los diseños iniciales no contemplaron la integración física o tarifaria lo que ha resultado en una baja demanda de pasajeros (Escobar et al., 2015). El transporte público en la ciudad está compuesto por vehículos de entre 15 a 40 pasajeros, operado por empresas privadas, cubriendo casi toda la ciudad a través de 71 rutas de bus (Rodas-Zuleta et al., 2022). Los buses tradicionales se pagan con dinero en efectivo, las paradas son flexibles y ofrecen un grado de accesibilidad adecuado comparado con la red de ACC.

4. Impactos en movilidad, accesibilidad e inclusión social

La mayor parte de los estudios empíricos se concentran en los casos de Medellín, Bogotá y Rio de Janeiro dónde los ACC fueron implementados cómo alimentadores en el sistema de transporte público. Por otra parte, los casos de La Paz y Manizales, dónde los ACC sirven cómo estructura del transporte público no han sido estudiados extensivamente. Está sección discute los impactos en movilidad, accesibilidad e inclusión social, para un reporte detallado revisar el artículo de revisión publicado por los autores (Cardona-Urrea et al. 2023).

Reducciones en el tiempo y costo de los viajes han sido los beneficios más directos luego de la implementación de los ACC (Bocarejo et al., 2014; Brand & Dávila, 2011; Escobar et al., 2015; Escobar & García, 2011; Garnica Quiroga, 2020; Garsous et al., 2019; Guevara-Aladino et al., 2022; Heinrichs & Bernet, 2014; Martinez et al., 2018; Matsuyuki et al., 2020). Los usuarios de la línea K de Metrocable (Medellín) reportaron reducciones de hasta 45 minutos usando el ACC para conectar al sistema Metro. Sin embargo, incremento en los tiempos de espera se presentan en las horas punta debido a un aumento en las filas de espera de entrada al sistema (Brand & Dávila, 2011; Heinrichs & Bernet, 2014). Similarmente, una reducción del 20% (22 minutos) en el tiempo de viaje de trabajadores y estudiantes se reportó entre residentes alrededor del Transmicable en Ciudad Bolívar en Bogotá (Guevara-Aladino et al., 2022). El tiempo promedio en Bogotá para estos motivos de viaje es alrededor de 52 minutos. Sin embargo, grupos vulnerables, cómo comunidades de escasos recursos ubicadas en las periferias experimentan tiempos de viaje mucho más altos, un patrón que se repite en varias ciudades latinoamericanas (Garnica Quiroga, 2020; Guevara-Aladino et al., 2022).

Por otro lado, investigaciones en el impacto del tiempo de viaje a nivel de ciudad han reportado resultados distintos. Por ejemplo, un impacto relevante se encontró con la primera fase de Mi Teleférico en La Paz, con una reducción del 22% en los tiempos de viaje (Garsous et al., 2019). En ese estudio se compararon viajes realizados en ACC respecto otros modos de transporte público (Minibuses) y transporte privado (carros y motocicletas). Además, reducciones entre usuarios frecuentes de Mi Teleférico de hasta 70 minutos fueron reportadas por Martinez et al. (2018). El tiempo fue reubicado en actividades de recreación y educación. Por otro lado, reportes en la reducción del tiempo de viaje en la ciudad fueron encontrados en Medellín (7.7%) (Bocarejo et al., 2014) y en Manizales (3.4%) (Escobar et al., 2015; Escobar & García, 2011).

Por su parte, ahorros en los costos de viaje están relacionados con integraciones físicas y tarifarias con otros modos de transporte público, especialmente en las ciudades que los ACC funcionan cómo alimentadores (Bocarejo et al., 2014; Guzman et al., 2022; Heinrichs & Bernet, 2014). A pesar de esto, los beneficios en los tiempos de viaje y

costos son limitados a los usuarios frecuentes mientras que la mayor parte de la población en estos barrios se moviliza de forma local (Cavalcanti & Campos, 2022; Heinrichs & Bernet, 2014).

La evidencia empírica ha mostrado un incremento de la accesibilidad, inclusión social y calidad de vida. El ACC ha promovido un cambio vocacional del empleo (Matsuyuki et al., 2020) mientras la accesibilidad a los puestos de trabajo se dobló en los alrededores de la primera línea de Metrocable (Bocarejo et al., 2014). Además, de acuerdo con Córdoba et al. (2014), el Metrocable produjo un incremento en el promedio de viajes diarios en el área de influencia dónde un promedio de 2 viajes diarios por habitante se realiza. Esto reduce el riesgo de exclusión social. Asimismo, la introducción del ACC generó un incremento en el uso del transporte público, especialmente entre habitantes de niveles bajos de ingreso y mujeres (Milan & Creutzig, 2017).

Los resultados respecto al acceso a las estaciones del ACC son contradictorios, específicamente entre Medellín y Rio de Janeiro. En Medellín, las estaciones del ACC están ubicadas sobre la ladera de la montaña mientras que en Rio de Janeiro están ubicadas en la punta de la montaña, haciendo que el acceso sea difícil (Duarte Santos & Soares Gonçalves, 2017). Por ejemplo, durante la operación del ACC en Rio de Janeiro, el área de influencia alcanzaba solo 10 minutos caminando alrededor de las estaciones (Braga, 2017; Gonçalves & Bandeira, 2017). La mayoría de los residentes preferían otros modos de transporte, especialmente el transporte público ilegal, dada la ubicación poco atractiva de las estaciones del ACC. Por otro lado, los usuarios de Metrocable estaban dispuestos a caminar hasta 1 hora, dado que su integración con el sistema Metro les ahorraba tiempo y dinero (Agudelo V. et al., 2013).

Relacionado con decisiones de viaje, los residentes en el área de influencia del Metrocable reportaron que su escogencia modal se relacionaba con el presupuesto disponible para el viaje y el tiempo. Además, la seguridad alrededor de las estaciones también es importante, especialmente en barrios dónde el crimen y la violencia es frecuente (Agudelo V. et al., 2013; Sarmiento Ordosgostia et al., 2013). Por ejemplo, las mujeres perciben más seguros los buses debido a que la distancia de caminata a la parada es mejor que a la estación del ACC por lo que están menos tiempo expuestos a la violencia y el crimen (Agudelo V. et al., 2013; Sarmiento Ordosgostia et al., 2013). Por el contrario, en el caso de Transmicable se encontró que las mujeres experimentan niveles altos de seguridad al interior de las cabinas (Guzman et al., 2022). Diferencias en la percepción entre los casos de estudio está relacionado con el contexto y los métodos aplicados. Adicionalmente, el incremento en los casos de violencia basada en género al interior de los vehículos de transporte público y en sus paradas,

especialmente en los buses, ha sido recientemente reportado en Latinoamérica (Rodas-Zuleta et al., 2022). Sin embargo, no se encontraron reportes de este tipo en los ACC. Los impactos a largo plazo de la línea K en Medellín en el comportamiento de viaje de los usuarios muestran que los buses de transporte público tradicional continúan siendo el modo de transporte predominante en los barrios. Los ACC son usados principalmente para acceder al sistema Metro (Okami et al., 2022), mientras se observa crecimiento en el uso de la motocicleta. Además, los ACC han tenido un impacto mínimo en el cambio modal desde modos de transporte privados. Por ejemplo, en La Paz la mayor parte de los usuarios proviene de otros modos de transporte público (Martinez et al., 2018).

5. Conclusiones

Las dificultades topográficas e inequidades espaciales en muchas ciudades de LAC han impulsado la implementación de cables aéreos en muchos contextos. Desde 2010, han sido construidas cerca del 90% del total de líneas de cable aéreo en LAC. Se identificaron dos roles de los cables aéreos en las ciudades: cómo alimentador de un sistema de transporte público robusto o cómo la estructura del sistema de transporte público. El primero, suple la movilidad en barrios de ingreso bajo, ubicados en las periferias y sobre laderas. En el segundo caso, los cables aéreos surten cómo estructura del transporte público en las ciudades que tienen una topografía escarpada a lo largo de toda la ciudad.

Finalmente, los cables aéreos tienen una conexión profunda con la inclusión social. Los proyectos complementarios y el urbanismo social impulsado en algunos de los proyectos mostraron grandes beneficios en la comunidad, las cuales estaban constantemente invisibilizadas por la administración municipal. También, un incremento en la accesibilidad debido a la disminución en los tiempos de viaje fue encontrado en algunos de los casos estudiados.

6. Referencias Bibliográficas

Agudelo V., L., Mejía G., Á., Sarmiento Ordosgostia, I., & Córdoba M., J. (2013). Users'daily experience of Aerial Cable-Cars. In J. D. Dávila (Ed.), *Urban, mobility & Poverty: Lessons from Medellín and Soacha, Colombia* (pp. 104–113). Development Planning Unit, UCL & Faculty of Architecture, Universidad Nacional de Colombia (Medellín campus).

Alshalalfah, B., Shalaby, A., Dale, S., & Othman, F. M. Y. (2012). Aerial ropeway transportation systems in the urban environment: State of the art. *Journal of Transportation Engineering*, *138*(3), 253–262. https://doi.org/10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000330

Bocarejo, J. P., & Oviedo, D. R. (2012). Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. *Journal of Transport Geography*, *24*, 142–154. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.12.004

Bocarejo, J. P., Portilla, I. J., Velásquez, J. M., Cruz, M. N., Peña, A., & Oviedo, D. R. (2014). An innovative transit system and its impact on low income users: The case of the Metrocable in Medellín. *Journal of Transport Geography*, *39*, 49–61. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.06.018

Braga, P. C. (2017). Rethinking the Providence Hill cable car: transit, equity, and urban design in Rio de Janeiro. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, *10*(3), 310–317. https://doi.org/10.1080/17549175.2016.1254673

Brand, P., & Dávila, J. D. (2011). Mobility innovation at the urban margins: Medellín's Metrocables. *City*, *15*(6), 647–661. https://doi.org/10.1080/13604813.2011.609007

Canon Rubiano, L., Portabales Gonzalez, I., Flor, L., Duarte, D., & Sierra Valdivieso, L. (2020). *Urban Aerial Cable Cars as Mass Transit Systems : Case Studies, Technical Specifications, and Business Models (English)*.

Capillé, C., & Reiss, C. (2019). Formas de mobilidade, visibilidades e poder em Medellín: Metrocable e Parques-Biblioteca. *Bitacora Urbana/Territorial*, *29*(3), 79–90.

Cardona-Urrea, S., Soza-parra, J., & Ettema, D. (2023). Aerial cable cars as a transit mode: a review of technological advances, service area characteristics, and societal impacts in Latin America and the Caribbean. *Transport Reviews*, 1–25. https://doi.org/10.1080/01441647.2023.2294752

Cavalcanti, M., & Campos, M. (2022). A Fantástica Obra da Paz: o Teleférico do Alemão e a Produção de Infraestrutura Urbana no Rio de Janeiro. *Dados*, *65*(2), 1–32. https://doi.org/10.1590/dados.2022.65.2.259

Cordoba, D. Z., Stanley, J., & Stanley, J. (2014). Reducing social exclusion in highly disadvantaged districts in medellín, Colombia, through the provision of a cable-car. *Social Inclusion*, *2*(4), 1–13. https://doi.org/10.17645/si.v2i4.127

Duarte Santos, L. B., & Soares Gonçalves, R. (2017). A questão da mobilidade nos projetos de urbanização : o teleférico como modal de transporte nas favelas. *Escenarios: Empresa Y Territorio*, *6*(8), 15–34. https://doi.org/10.31469/escenarios.v6n8a1

Escobar, D. A., & Garcia, F. J. (2011). Impacto de un sistema de transporte tipo Cable sobre la movilidad urbana. Caso Manizales (Colombia). *Avances Investigación En Ingeniería*, *8*(1), 92–98. http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-8-1/r8-1_art11.pdf

Escobar, D. A., Sarache, W., & Jiménez-Riaño, E. (2022). The impact of a new aerial cable-car project on accessibility and CO2 emissions considering socioeconomic stratum. A case study in Colombia. *Journal of Cleaner Production*, *340*(January), 130802. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130802

Escobar, D. A., Tapasco, O., & Giraldo, J. (2015). Medición de Desempeño del Sistema de Transporte Cable Aéreo de la Ciudad de Manizales en Colombia, usando Tres Enfoques: Analítico, Simulado y de Accesibilidad Urbana. *Informacion Tecnológica*, *26*(6), 199–210. https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000600020

Espósito Galarce, F., & da Silva, R. C. M. (2016). Apropiación, uso y abandono de los espacios residuales provocados por el teleférico del Complexo do Alemão. *Arquitetura Revista*, *12*(1), 11–23. https://doi.org/10.4013/arq.2016.121.02

Flesser, M., & Friedrich, B. (2022). Are We Taking Off? A Critical Review of Urban Aerial Cable Cars as an Integrated Part of Sustainable Transport. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(20). https://doi.org/10.3390/su142013560

Freire-Medeiros, B., de MATTOS ROCHA, L. I. A., Farias, J., & Name, L. (2020). Of cable-cars and helicopters: mobility regimes and the politics of visibility in the favelas of Rio de Janeiro. *Visual Studies*, *35*(5), 478–488. https://doi.org/10.1080/1472586X.2020.1840099

Freire-Medeiros, B., & Name, L. (2015). "Peace, Love, and Fun" An Aerial Cable Car and the Traveling Favela. In *Transport, mobility, and the production of urban space* (pp. 263–278). Routledge.

Garnica Quiroga, V. (2020). El impacto y la percepción de los usuarios acerca del servicio del TransMicable en Bogotá D.C., como modo de última y primera milla. *Territorios*, *44*, 1–14.

https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.8456
Garsous, G., Suárez-Alemán, A., & Serebrisky, T. (2019). Cable cars in urban transport: Travel time savings from La Paz-El Alto (Bolivia). *Transport Policy*, *75*(March 2017), 171–182. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.05.005
Gonçalves, C., & Bandeira, R. (2017). Transporte público em favelas: Análise da percepção da acessibilidade ao teleférico do Alemão. *Transportes*, *25*(2), 15. https://doi.org/10.14295/transportes.v25i2.1280
Guzman, L. A., Arellana, J., Oviedo, D., Castaño, D., & Sarmiento, O. L. (2023). Lifting urban mobility for the poor: Cable-cars , travel satisfaction and subjective well-being. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, *119*(December 2022), 103765. https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103765
Guzman, L. A., Cantillo-Garcia, V. A., Arellana, J., & Sarmiento, O. L. (2022). User expectations and perceptions towards new public transport infrastructure: evaluating a cable car in Bogotá. *Transportation*, *0123456789*. https://doi.org/10.1007/s11116-021-10260-x
Heinrichs, D., & Bernet, J. S. (2014). Public Transport and Accessibility in Informal Settlements: Aerial Cable Cars in Medellín, Colombia. *Transportation Research Procedia*, *4*, 55–67. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.11.005
Koch, F. (2013). La Paz - El Alto: The old dream of an aerial cable-car. In J. D. Dávila (Ed.), *Urban, mobility & Poverty: Lessons from Medellín and Soacha, Colombia* (pp. 183–190). Development Planning Unit, UCL & Faculty of Architecture, Universidad Nacional de Colombia (Medellín campus).
Martinez, S., Sanchez, R., & Yañez-Pagans, P. (2018). *Getting a Lift: The Impact of Aerial Cable Cars in La Paz, Bolivia* (956).
Matsuyuki, M., Okami, S., Nakamura, F., & Sarmiento-Ordosgoitia, I. (2020). Impact of aerial cable car in low-income area in Medellín, Colombia. *Transportation Research Procedia*, *48*, 3264–3282. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.150
Milan, B. F., & Creutzig, F. (2017). Lifting peripheral fortunes: Upgrading transit improves spatial, income and gender equity in Medellin. *Cities*, *70*(July), 122–134. https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.07.019
Morales-Betancourt, R., Wilches-Mogollon, M. A., Sarmiento, O. L., Mendez Molano, D., Angulo, D., Filigrana, P., Arellana, J., Guzman, L. A., Garzon, G., Gouveia, N., Levy, P., & Diez-Roux, A. V. (2023). Commuter's personal exposure to air pollutants after the implementation of a cable car for public transport: Results of the natural experiment TrUST. *Science of the Total Environment*, *865*, 160880. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160880
Okami, S., Matsuyuki, M., Sarmiento-Ordosgoitia, I., & Nakamura, F. (2022). Residents' travel behavior in a low-income settlement with aerial cable cars in Medellin, Colombia. *Case Studies on Transport Policy*, *10*(2), 1332–1342. https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.04.016
Rodas-Zuleta, M. del M., Cardona, S., & Escobar, D. A. (2022). Gender-based violence and Women's mobility, findings from a medium-sized Colombian city: A quantitative approach. *Journal of Transport & Health*, *25*(April), 101376. https://doi.org/10.1016/j.jth.2022.101376
Sarmiento Ordosgostia, I., Córdoba M, J., Mejía G, Á., & Agudelo V, L. (2013). Metrocables and Travel Patterns in Medellín: The inclusion of latent variables in Transport Models. In J. D. Dávila (Ed.), *Urban, mobility & Poverty: Lessons from Medellín and Soacha, Colombia* (pp. 81–88). Development Planning Unit, UCL & Faculty of Architecture, Universidad Nacional de Colombia (Medellín campus).
Vergel-Tovar, C. E. (2022). Sustainable transit and land use in Latin America and the Caribbean: A review of recent developments and research findings. In *Advances in Transport Policy and Planning* (1st ed., Vol. 9). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/bs.atpp.2021.05.001
Villar-Uribe, J. R. (2021). Modernización del transporte público en la periferia urbana: ¿el fin del transporte informal? Caso de estudio: sistema de cable aéreo Transmicable en la localidad de

Ciudad Bolívar, Bogotá - Colombia. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, *13*, e20190367. https://doi.org/10.1590/2175-3369.013.e20190367

Worms, J. L., & Sluyter, A. (2018). Conceived Versus Lived Social Spaces and the Transformation of the Morro da Providência Favela of Rio de Janeiro Since 2008. *The Latin Americanist*, *62*(4), 545–567. https://doi.org/10.1111/tla.12214

CARACTERIZACIÓN DE LAS TARIFAS TÉCNICA Y SOCIAL DEL TRANSPORTE PÚBLICO EN LA METRÓPOLI DE GUADALAJARA, MÉXICO

Roberto Ulises Estrada Meza
Universidad de Guadalajara. Ciudad de Guadalajara, Jalisco; México.
roberto.estrada@academicos.udg.mx

Dr. Mario Córdova España
Universidad de Guadalajara. Ciudad de Guadalajara, Jalisco; México.
mario.cordova@academicos.udg.mx

Dr. Mario Guadalupe González Pérez
Universidad de Guadalajara. Ciudad de Guadalajara, Jalisco; México.
mario.gperez@academicos.udg.mx

RESUMEN

El servicio del transporte público se ha caracterizado por implementar tarifas que no han considerado del todo variables relacionadas con el nivel de ingreso del usuario. Asimismo, en el intento de homogeneizar el precio del servicio, se han generado inequidades de accesibilidad y asequibilidad. El transporte público se encuentra usualmente subsidiado, donde el aumento en su eficiencia técnica, entendida como la relación entre producción de servicios y consumo de recursos puede ayudar a obtener una mejor gestión del presupuesto público. De esta manera, las variables a cuantificar circunscriben la prestación de servicios y los recursos consumidos en la producción de dichos servicios. Por ello, el objetivo consiste en analizar desde un enfoque de sistemas las tarifas implementadas en el denominado programa ruta-empresa de la metrópoli de Guadalajara-México, a través de la utilización de elasticidades de demanda, e indicadores de servicios de transporte metropolitano. Los resultados de las tarifas técnica y social muestran que el tema tarifario del transporte público es un problema que padecen no solo los empresarios transportistas, sino también los usuarios; es decir, la tarifa técnica presenta riesgos de perder la capacidad de continuar prestando el servicio y la tarifa social se enfrasca en una discusión anual entre autoridades, usuarios y transportistas con dividendos para unos y detrimento en el ingreso para otros.

Palabras clave: tarifa técnica, tarifa social, elasticidades de demanda, ruta-empresa, costos de operación.

1. Introducción

A principios del siglo XIX, a raíz de la revolución industrial, las metrópolis de México empezaron a implementar sistemas tranviarios para satisfacer necesidades de transporte público. No obstante, el auge que tuvo el sistema por riel tanto en el ámbito urbano (tranvías) como intra-urbano (ferrocarril) fue paulatinamente sustituido por el automóvil a lo largo del siglo XX (González, 2013). Es decir, mientras la red carretera se extendía por todo el territorio nacional, como una necesidad de integrar diferentes regiones (Bello, 2009). En este sentido, "…la del ferrocarril es una materia pendiente en el ámbito de la infraestructura. Durante décadas, no sólo no se desarrolló, sino que se estancó y fue quedando rezagado en relación con el sistema carretero, que no ha dejado de crecer…" (Ortíz, 2010, p. 3).

Por otro lado, en las urbes el tranvía experimentó un declive como sistema básico, que se agudizó durante los años 30 del siglo XX. No obstante, la necesidad de movilidad fue rápidamente sustituida por los autobuses (Cascajo, 2004). Estas redes son más fáciles y menos costosas de implementar que las redes ferroviarias, debido a la compra de material móvil, la flexibilidad en el diseño de las líneas y la instalación de las paradas. En cambio, las redes ferroviarias de tranvías, metros, trenes ligeros y pesados, requieren una planificación más cuidadosa, mayores inversiones en material rodante, mantenimiento e infraestructura y supone una importante carga para las administraciones públicas (Zamorano, 2006).

Actualmente los autobuses aparecen como competidores en eficiencia y calidad de servicio frente a los tranvías y metros ligeros (Valdés y López, 2010; Novales, Otro, Conles y Anta, 2012). En este sentido, junto al abastecimiento de luz y agua, la recolección de desechos sólidos y el mantenimiento de calles y avenidas, los servicios de transporte constituyen uno de los principales servicios que requiere la población; aún y cuando, se tienen indicadores que reflejan disparidades en calidad y costos por recorrido entre países en vías de desarrollo y países desarrollados (Negrete, 2010), Por ello, el transporte público urbano ofertado por los autobuses se erige como herramienta para la realización de todo tipo de actividades laborales, de formación, compras, ocio, etcétera (Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana, 2006).

En México, la naturaleza del servicio de transporte público ofertado suele ser deficitario. De ahí, la conformación de monopolios públicos o sistemas de concesiones, que terminan por disminuir la falta de competencia y la calidad en el servicio. Además, las investigaciones realizadas en este tema pocas veces han analizado a fondo el tema de la tarifa; es decir, se han enfocado mayormente en el aspecto técnico de la operación (De Rus, Betancor y Campos, 2006). De ahí, la importancia de identificar los

aspectos socioeconómicos de los usuarios en la búsqueda de soluciones a las problemáticas del transporte.

Un ejemplo de lo anterior es el caso de Bruselas-Bélgica, donde la operadora de transporte público en el área metropolitana no sólo permite viajar gratuitamente a todos los menores de once años; sino, hace descuentos a estudiantes e incluso a no estudiantes, además de bonificaciones por fidelización. En resumen, los trabajadores belgas gozan de un abono anual válido para toda la red ferroviaria, cofinanciado por su empresa, y parte del costo del abono de la empresa operadora del metro está subvencionado por la empresa del trabajador o trabajadora, con una contribución que puede cubrir la totalidad del precio por pasaje. Por otro lado, el RATP; empresa que gestiona el transporte público en el área metropolitana de París, da derecho a viajar de forma gratuita a todas las personas menores de 4 años, y a mitad de precio hasta los diez años. Igualmente, estudiantes menores de veintiséis años también tienen derecho a viajar con un descuento del 47.63% respecto los precios de los abonos estándar con un abono especial llamado *Imagine R.* (Lujan, 2009).

En este contexto, la formulación y descripción de distintos criterios fueron consideradas para la determinación de una política tarifaria en el transporte público del Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), considerada como la tercera de mayor importancia en cuanto a magnitud poblacional en México según datos el censo de 2020. En este sentido, se utilizaron datos de la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares (ENIGH) del año 2016, elaborada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI); así como datos provenientes del Dictamen Final para la Aprobación de las Tarifas Técnicas del Servicio de Transporte de Pasajeros Colectivo para las Rutas-Empresa del AMG, el Sistema Integrado de la Ciudad de Puerto Vallarta y la Encuesta de Satisfacción del Usuario para el AMG emitidos estos últimos por el extinto Instituto de Movilidad y Transporte del Estado de Jalisco (IMTJ) entre los años 2016 y 2018.

No obstante, es preciso mencionar que la distribución de los ingresos hace referencia a la distribución directa de los impuestos, transferencias, subsidios y la distribución de ingresos que se generan por el consumo de artículos o bienes personales. En este sentido, el documento utiliza el concepto *elasticidades de demanda*, debido a que ante un posible incremento de tarifas e impactos en los distintos grupos de hogares en función del ingreso y gasto en transporte público, la elasticidad según Marshall (1924), sirve para cuantificar la variación positiva o negativa experimentada por una variable al cambiar otra.

La elasticidad es un indicador de gran importancia para el sector empresarial del transporte público y también para el Estado. Esta permite anticipar el comportamiento

del mercado ante una variación de factores como la tarifa; sin embargo, se cuestiona: *¿la elasticidad repercute en la demanda del servicio?* Según la ley de la demanda, la cantidad demandada disminuye a medida que aumenta el precio. No obstante, no es suficiente saber en qué dirección varía la cantidad demandada en respuesta a un cambio de precio. Por otra parte, cuando baja el precio de la tarifa del transporte público, aumenta la cantidad demandada, donde el ingreso proviene de un mayor número de boletos vendidos. Esto quiere decir, que el efecto cantidad generado por una disminución en el precio de la tarifa provoca un incremento del ingreso total (Estrada, 2016, párr. 3-4, 10).

Así mismo, el efecto precio de la tarifa y el efecto cantidad se mueven en dirección contraria, donde el ingreso total puede aumentar o disminuir cada vez que varía la tarifa del servicio. De esta manera, calcular la elasticidad de la demanda de transporte público con respecto a la tarifa puede considerar el escrutinio de lo que sucede con el ingreso total del transportista cuando varía la tarifa del servicio. Es decir, se plantea que cuando sube o baja la tarifa del transporte público, el cambio en el ingreso total del transportista depende de la magnitud relativa de los cambios que registran la tarifa y la cantidad de viajes que realiza durante un tiempo determinado, es decir, por semana, mes o año (Estrada, 2016, párr. 7-8, 11).

El objetivo de este trabajo analiza pues, *la sustentabilidad económica del denominado programa ruta-empresa implementado en los últimos años en la metrópoli de Guadalajara*, ubicada en el estado de Jalisco, México.

2. Materiales y métodos

De acuerdo con De Rus, Campos y Nombela (2003) en el cálculo del precio generalizado del servicio de transporte público se deben considerar los costos del productor del servicio; igualmente, los tiempos que invierten los usuarios en los trayectos (costo de oportunidad y externalidades producidas por el transporte). La suma de los elementos anteriores es el costo real del transporte público. En este caso, son utilizadas como variables: a) La tarifa del transporte público y b) la demanda del servicio de transporte.

Complementario a lo anterior, se elaboró un modelo que proporcionó como resultado el cálculo de la tarifa técnica, describiendo tipos de rubros de costos (costo directo e indirectos, gastos de operación y costo del boleto de descuento); asimismo, la tarifa social o también denominada *tarifa justa*. Concretamente, esta tarifa social se basó en indicadores de la Encuesta Intercensal del INEGI (2015), tales como: a) Distribución porcentual del ingreso por el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), b) Porcentaje de usuarios por zona y nivel de ingresos, c) Porcentaje de usuarios sin

automóvil, d) Usuarios totales del transporte público, e) Gasto diario promedio en transporte, f) Gasto promedio mensual en transporte, g) Ingreso promedio por rango económico y h) Porcentaje de gasto mensual respecto al ingreso mensual y su relación con el INPC.

Para la realización de este modelo, todos los costos se estandarizarón en términos de costo medio de operación por kilómetro recorrido (Cmokm), para un vehículo tipo i, y determinados por la ecuación 1:

$$Cmokm_i = (Cdkm_i + Cikm_i + Gokm_i + Bdkm_i) \quad (1)$$

donde:

$Cmokm_i$: Costo medio de operación por kilómetro recorrido del vehículo i

$Cdkm_i$: Costo directo por kilómetro recorrido del vehículo i

$Cikm_i$: Costo indirecto por kilómetro recorrido del vehículo i

$Gokm_i$: Gasto operativo por kilómetro recorrido del vehículo i

$Bdkm_i$: Boleto de descuento por kilómetro recorrido del vehículo i

Por otra parte, de acuerdo con la información base tomada del Dictamen final para la aprobación de las tarifas técnicas del servicio de transporte de pasajeros colectivo para las Rutas-Empresa del Área Metropolitana de Guadalajara y del Sistema Integrado de la Ciudad de Puerto Vallarta, emitido por el extinto Instituto de Movilidad y Transporte del Estado de Jalisco, publicado en agosto de 2018, se actualizaron a precios corrientes (precios de 2019), los principales insumos básicos necesarios para la producción del servicio de transporte público son: a) el combustible (diésel y gas natural); b) aceite; c) llantas y d) vehículo (tabla 1).

Tabla 23: Precios corrientes en dólares americanos (US $)* de los insumos necesarios para la producción del servicio de transporte público de pasajeros y tasa de crecimiento de 2018 a 2019.

Insumo	2018	2019	Variación (%)
Precio de combustible Gas Natural ($/l)	US $0.4245	US $0.4995	17.6%
Precio de combustible diésel ($/l)	US $0.979	US $1.037	5.92%
Vehículo segmento C1 sin rampa	US $140,000.00	US $145,461.34	3.90%
Vehículo segmento C1 con rampa	US $153,315.50	US $156,161.23	1.85%
Vehículo segmento B sin rampa	US $91,525.00	US $95,276.05	4.10%
Vehículo segmento B con rampa	US $104,842.5	US $105,975.93	1.08%
Precio aceite ($/l)	US $2.979	US $3.052	2.45%
Precio de una llanta incluyendo mantenimiento	US $240.55	US $247.20	2.76%
Costo del sistema de prepago por vehículo mensual	US $440.00	US $456.72	3.80%

*Se considera el tipo de cambio de un US dólar a $ 20.00 pesos mexicanos.

Fuente: Elaboración propia con información proporcionada por DINA, Comisión Reguladora de Energía (CRE), Planta Distribuidora de Gas Natural "El Salto" S.A. de C.V., LubTrac, Jasman Llantas y Pasajero7. Enero 11 de 2019.

La estructura de costos del transporte público de pasajeros que opera en el AMG se constituye en: Costos directos (combustible, aceite y llantas); Costos indirectos (precio buses, arrendamiento financiero, tasa de interés, plazo, valor de rescate, vida económica y mantenimiento); Gastos operativos (costo de personal, costo de prestaciones, gastos administrativos y gastos de infraestructura) y costo generado por boletos de descuento. Para el caso de la tarifa social se consideró la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI, la Encuesta de Satisfacción del Usuario para el Área Metropolitana de Guadalajara realizada por el Instituto de Movilidad y Transporte del Estado de Jalisco del año 2016 y las categorías de gasto del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) del año correspondiente a 2019.

En este contexto, fue posible conocer el porcentaje del gasto diario y mensual en el servicio de transporte público por zonas y niveles de ingreso. Además, con los datos obtenidos se consideraron otras variables como el porcentaje de usuarios sin automóvil, usuarios de transporte público, así como una posible determinación de la tarifa social para el transporte público. En suma, las condiciones requeridas para la obtención de una tarifa social de transporte se vuelven un elemento de referencia para el impulso de nuevas políticas de transporte público con tarificación social, entendidas como medidas para combatir la exclusión social.

3. Resultados

Según datos del Estudio de Demanda Multimodal de Desplazamientos (AU Consultores, 2007), en el AMG se realizan 2,772,373 viajes diarios en transporte público. Sin embargo, han transcurrido doce años y no se cuenta con datos actualizados sobre el número de desplazamientos. Este dato es de gran importancia para conocer la demanda que existe del servicio de transporte público. En este sentido, por el lado de la oferta se utilizó la ecuación 1 para la tarifa técnica; es decir, se determinó operativizar los siguientes rubros: costos medios de operación por hora por vehículo, costos directos por hora por vehículo, costos indirectos por hora por vehículo, gastos de operación y costos por boleto de descuento. Posteriormente, una vez empleado el modelo y sustituyendo los valores correspondientes a cada insumo, se encontró que los autobuses de Gas Natural Comprimido (GNC) deberían cobrar $21.73 pesos mexicanos; los autobuses de diésel $23.34 pesos mexicanos; es decir, más de un dólar americano. En el caso de las unidades articuladas del BRT (Macrobús) el cobro ascendería a $43.12 pesos mexicanos; poco más de dos dólares americanos (Tablas 2, 3 y 4).

Tabla 24: Cálculo de los costos de operación del transporte público del AMG para la tarifa técnica para autobuses GNC. 2019

Tarifa técnica para vehículos GNC					
Tipo de costo	Insumo	Pesos/Km	Costo en pesos mexicanos	Coeficiente	Coeficiente por insumo
CDKm	Gas Natural Comprimido Aceite Llantas	5.20 0.21 0.68	6.08	28%	24% 1% 3%
CIKm	Arrendamiento financiero Seguro Mantenimiento	0.47 0.70 4.41	5.58	26%	2% 3% 20%
GOKm	Costo de personal Costo prestaciones Gastos administrativos Gastos de infraestructura	5.87 1.17 1.04 1.14	9.22	42%	27% 5% 5% 5%
BdKm	Boletos con descuento	0.84	0.84	4%	4%
Tarifa técnica en pesos mexicanos			$ 21.73	100%	100%
Tarifa técnica en dólares americanos			US $1.09		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 25: Cálculo de los costos de operación del transporte público del AMG para la tarifa técnica para autobuses de diésel. 2019

Tarifa técnica para vehículos de diésel					
Tipo de costo	Insumo	Pesos/Km	Costo en pesos mexicanos	Coeficiente	Coeficiente por insumo
CDKm	Diésel Aceite Llantas	8.30 0.21 0.68	9.18	39%	36% 1% 3%
CIKm	Arrendamiento financiero Seguro Mantenimiento	0.31 0.70 3.40	4.41	19%	1% 3% 15%
GPKm	Costo de personal Costo prestaciones Gastos administrativos Gastos de infraestructura	5.44 1.09 0.96 1.30	8.79	38%	23% 5% 4% 6%

BdKm	Boletos con descuento	0.96	0.96	4%	4%
Tarifa técnica			$ 23.34	100%	100%
Tarifa técnica en dólares americanos			US $1.17		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 26: Cálculo de los costos de operación del transporte público del AMG para la tarifa técnica para autobuses de diésel. 2019

Tarifa técnica para unidades articuladas BRT (Macrobús)					
Tipo de costo	Insumo	Pesos/Km	Costo en pesos mexicanos	Coeficiente	Coef. por insumo
CDKm	DUBA Aceite Llantas	17.81 0.35 0.90	19.06	44%	41% 1% 2%
CIKm	Arrendamiento financiero Seguro Mantenimiento	1.22 2.21 8.61	12.04	28%	3% 5% 20%
GOKm	Costo de personal Costo prestaciones Gastos administrativos Gastos de infraestructura	5.31 1.06 0.94 2.71	10.02	23%	12% 2% 2% 6%
BdKm	Boletos con descuento	2	2	5%	5%
Tarifa técnica			$ 43.12	100%	100%
Tarifa técnica en dólares americanos			US $2.16		

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Los costos que se muestran en las tablas 2, 3 y 4 consideran todo el parque vehicular del transporte público que circula en el AMG, donde la tarifa técnica es el precio que debería aplicarse para todas las empresas de transporte y para la prestación de los servicios. Sin embargo, la tarifa está medida en unidades monetarias por unidad de transporte prestada, para este caso: $/pasajero; es decir, $9.50 pesos mexicanos; alrededor de medio dólar americano.

La tarifa técnica en el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG) equilibra costos y demanda, ubicándose entre criterios extremos de tarificación. Se calcula en función de los costos medios por unidad de tráfico y la eficiencia económica, permitiendo a los transportistas obtener alrededor de un 15% de utilidad. Esto asegura que, con los

niveles actuales de pasajeros, la tarifa técnica cubre los costos de operación, manteniendo cierto control público sobre los precios.

Por otro lado, para la tarifa social las familias mexicanas destinan una parte significativa de sus ingresos (13.4%) al consumo de los servicios de transporte; el cual se ubica en la tercera categoría del consumo que mayor ponderación tiene (tabla 5).

Tabla 27: Distribución porcentual del ingreso para el consumo

Categoría/Consumidor	Ponderación en el INPC
Alimentos, bebidas y tabaco	22.70%
Ropa, calzado y accesorios	5.60%
Vivienda	26.40%
Muebles, aparatos y accesorios domésticos	4.90%
Salud y cuidado personal	8.60%
Transporte	13.40%
Educación y esparcimiento	11.50%
Otros servicios	6.90%
Total	100.00%

Fuente: Elaboración propia con datos del INPC 2019 del INEGI.

De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI el 13.6% de la población del AMG usuaria del transporte público gana de entre 0 y 5 veces el salario mínimo (VSM); el 8.8% entre 2 y 5 VSM, y el 4.3%, 5 o más VSM. El salario mínimo mensual general en 2018 fue de $2694.98 pesos mexicanos (US $134.75); en 2019 fue de $ 5389.96 para la zona de la frontera y $3131.74 pesos mexicanos para el resto del país (US $269.49 y US $156.59); en 2020 fue de $5659.58 para la zona de frontera y $3758.21 pesos mexicanos para el resto del país (US $282.98 y US $187.91) y en 2021 es de $6508.39 para la zona de frontera y $4321.85 para el resto del país (US $325.42 y US $216.09).

Con estas cifras y los datos provenientes de la Encuesta de Satisfacción del Usuario para el AMG de 2016 se obtienen los siguientes precios de tarifa social por rangos económicos (tabla 6).

Tabla 28: Análisis económico de la tarifa social por rango económico.

Grupo	% de usuarios sin automóvil	Usuarios totales del TP	Gasto diario promedio en transporte	Gasto promedio mensual en transporte	Ingreso promedio por rango económico	% gasto mensual / ingreso mensual	Relación INPC	Tarifa social
Sin ingresos	19.9	316,902	21.43	535.75				
De 0 a 2 vsm	40.4	643,359	22.60	565	$4,167.42	13.6%	0.99	$6.92

2 a 5 vsm	35.7	568,513	23.98	599.50	$6,826.19	8.8%	1.53	$10.68
Más de 5 vsm	4.0	63,699	27.42	685.50	$15,826.71	4.3%	3.09	$21.66
Totales	100	1,592,473						

Fuente: elaboración propia con datos de la Encuesta Intercensal del INEGI (2015), Encuesta de Satisfacción del Usuario del AMG (2016) y Polymetrics Estudios Estratégicos (2016).

De los datos de la tabla anterior, es posible observar que la población que pertenece al grupo sin ingresos representa el 19.9% de la población del AMG y no cuenta con automóvil, es decir, cerca de 875 mil usuarios; de los cuales solo 316,902 son usuarios del transporte público. Estos en promedio gastan $21.43/día o $535.72 al mes (US $26.79). En este sentido, se puede inferir que las personas pertenecientes a este grupo reciben el apoyo de algún integrante de la familia como puede ser el jefe o jefa del hogar y pueden colocarse en cualquier segmento de la población del AMG.

Para el grupo de usuarios que obtienen entre 0 a 2 veces el salario mínimo, estos destinan $565.00 en promedio al mes en servicio de transporte (US $28.25); un 13.6% de sus ingresos y representan el 40.4% de las personas que no tienen automóvil (alrededor de 643,359 usuarios de transporte público). A este grupo le corresponde pagar una tarifa social de $6.92 (US $0.35). Por otra parte, el grupo que percibe de 2 a 5 veces el salario mínimo puede pagar una tarifa social cercana a los $10.68 (US $0.53), y los que pertenecen al grupo que gana más de 5 veces el salario mínimo, pueden soportar una tarifa social de $21.66 (US $1.08).

En este contexto, existen personas que ganan un salario mínimo y hacen cuatro viajes al día de lunes a sábado en transporte público que cuesta $9.50 (US $0.48); entonces, destina 912 pesos mensualmente (US $45.6). Además, si esta persona pertenece a una familia de cuatro integrantes que también hacen esos viajes, en el hogar se destinarían $3,648 al mes a este concepto (US $182.4). En caso de que suba a 10 pesos la tarifa (US $1.00), esa persona gastaría $960 /mes (US $48). De aquí, una familia de cuatro miembros destinaría $3,840 (US $192). Esta situación se vuelve incosteable al considerar que 64% de la población en el estado de Jalisco obtiene menos de tres salarios mínimos.

De acuerdo con el INEGI (2015), 8.6 % de la población de Jalisco recibe menos de un salario mínimo; cerca de 25 % gana entre uno y dos salarios; 30 %, de dos a tres; 17.5 %, de tres a cinco; 6.7 %, más de cinco, los que no reciben ingreso suman el 4.1 % y los no especificados 8 %. En suma, quienes ganan menos de tres salarios mínimos representan 64 % de la población ocupada.

De acuerdo con De Rus, Campos y Nombela (2003) la tarifa social es que aquella que garantice la accesibilidad del transporte público a los niveles socioeconómicos bajos.

Sin embargo, en varias ciudades del país ésta tarifa presenta rezagos en donde inciden factores más allá de aspectos solamente sociales. De esta forma, fue posible identificar una gran variedad de tarifas reducidas tales como:

- Tarifa de trabajo: Reducida para usuarios regulares, promueve el uso constante y estabiliza la demanda.
- Tarifas en hora pico: Elevadas durante períodos de alta demanda para distribuir mejor el uso a lo largo del día y justificar costos operativos mayores.
- Tarifas estudiantiles e infantiles: Menores para niños y estudiantes, fomentando el uso del transporte público y considerando su limitada capacidad económica. Beneficia a largo plazo al transportista creando hábitos de uso.
- Tarifas para personas de la tercera edad: Reducciones en horas de baja demanda para apoyar a este segmento poblacional.
- Tarifas para compradores: Descuentos para usuarios que realizan compras, especialmente fuera de horas pico, incentivando el uso del transporte público sobre el automóvil.
- Tarifas nocturnas o 'tecolote': Más altas que las diurnas, reflejan los costos elevados de operación durante la noche debido a la baja demanda.
- Tarifas especiales: Incluyen familiares, por convenciones, de fin de semana, y para eventos especiales, adaptándose a diferentes circunstancias y necesidades de los usuarios.

4. Discusión y conclusiones

Estrada (2016) describió en el blog *Economía del transporte,* que en el transporte público del AMG, la medida que indica cuánto varía la cantidad demandada del servicio (viajes por usuario) en relación con un cambio en precio de la tarifa llamada elasticidad de la demanda con respecto a la tarifa, es decir, si la cantidad demandada de transporte público varía más que la tarifa, en términos porcentuales, entonces la demanda de transporte público es elástica. Esto significa que la cantidad demandada es muy susceptible a los cambios registrados en la tarifa. En cambio, si la cantidad demandada de transporte público varía relativamente muy poco, entonces el servicio tiene una demanda inelástica (párr. 5)

En función de lo anterior, Estrada (2016) especificó que el efecto precio generado por una disminución en la tarifa provoca una caída en los ingresos totales del transportista. Sin embargo, también hay un efecto cantidad; es decir, un incremento en la tarifa que causa una disminución en la cantidad demandada. Esto significa que el ingreso proviene de un número menor de boletos vendidos. Por lo tanto, el efecto cantidad generado por un aumento en la tarifa provoca una disminución del ingreso total (párr. 10)

Según Estrada (2016), en el Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), la elasticidad de la demanda de transporte público es clave para entender el efecto de las tarifas en los ingresos de los transportistas. Si al aumentar la tarifa disminuyen los ingresos totales, la demanda es elástica. Por el contrario, si al aumentar la tarifa aumentan también los ingresos, la demanda es inelástica. Igualmente, si al disminuir la tarifa aumentan los ingresos, la demanda es elástica; y si disminuye la tarifa y también los ingresos, es inelástica. Esta variación en la demanda, aun con tarifas ajustadas a niveles económicos, se debe a múltiples factores. Los servicios que representan un porcentaje significativo del presupuesto de los usuarios tienden a tener una demanda elástica, ya que cualquier cambio en la tarifa afecta considerablemente su gasto total. En cambio, servicios que constituyen una menor parte del presupuesto generalmente presentan una demanda inelástica, debido a que los cambios en la tarifa impactan menos en el gasto total del usuario. (párr. 13-20).

Además, Estrada (2016) recalca que es importante mencionar que los servicios que tienen muchos bienes sustitutos suelen tener una demanda elástica, porque cuando suben de precio es fácil utilizar un servicio sustituto por ejemplo el andar a pie, taxi, en Uber, tren ligero, etc. En cambio, un servicio que tiene pocos bienes sustitutos suele tener una demanda inelástica, debido a que los usuarios no tienen muchas alternativas. Además, factores como la calidad, el confort, los medios tecnológicos, la tasa de motorización influyen de manera directa en la variación de la demanda. Cabe señalar, que cuanto más tiempo tienen los usuarios (clientes, desde el nuevo modelo de transportistas) para adaptarse a los cambios en la tarifa, más tarda en aumentar la respuesta al cambio, es decir, la demanda a largo plazo suele ser más elástica que la demanda a corto plazo (párr. 21-23).

El análisis actual de las tarifas de transporte público en Jalisco revela un aumento en los costos totales de operación, lo que exige una redefinición de las tarifas por parte del Gobierno del Estado. Esta redefinición debe establecer reglas claras para que los empresarios puedan evaluar su capacidad y colaborar en la creación de políticas públicas efectivas, considerando los costos y beneficios para todos los involucrados. Sin embargo, el gobierno de Jalisco ha mantenido enfoques unilaterales, sin evaluar adecuadamente las repercusiones de mantener políticas de tarifas punitivas o sociales sin subsidios. En Jalisco, se han aplicado dos tipos de subsidios al transporte público: directo, donde el gobierno cubre una parte del costo a través de su política de egresos, e indirecto, donde el costo de boletos a precio diferenciado se reparte entre todos los boletos vendidos. Así, las tarifas se pueden categorizar en diferentes tipos, considerando estos aspectos de subsidio y política tarifaria. Las tarifas de transporte se clasifican en diversas categorías:

- Tarifa técnica: Cubre todos los gastos y la utilidad proyectada. Si se aplica, permite eliminar subsidios, ya que depende únicamente del pago del servicio.

- Tarifa cero beneficios: Implementada por el Estado, solo cubre los gastos operativos, sin buscar ganancias. Las empresas privadas reciben utilidades a través de subsidios.
- Tarifa social: Fijada por el Estado, es inferior a los costos operativos. Requiere que el gobierno asigne una parte significativa de sus egresos para subsidiar el servicio.
- Tarifa ponderada: Se calcula basada en los costos de diferentes tipos de vehículos para estimar mejor.
- Tarifa de castigo: Reducida por el Estado para presionar a los empresarios a mejorar el servicio.

Para incrementar la cuota modal del transporte público, es clave ofrecer tarifas competitivas frente al vehículo privado. Una tarifa justa socialmente permite que los usuarios sientan beneficios, promoviendo su uso regular. Esto repercute positivamente en la sociedad, reduciendo impactos sociales, económicos, medioambientales, energéticos y de salud derivados del uso excesivo del vehículo privado.

5. Referencias bibliográficas

AU Consultores (2007). Estudio de Demanda Multimodal de Desplazamientos de la Zona Metropolitana de Guadalajara. Gobierno del Estado de Jalisco. Guadalajara. México

Bello, A. (2009). Metodología para el estudio de alternativas de ruta. Y anteproyecto de carreteras. [Versión electrónica]. Disponible en: http://www.amivtac.org/images/stories /revistas/VT1sinpublicidad.pdf

Cascajo, R. (2004). Metodología de evaluación de efectos económicos, sociales y ambientales de proyectos de transporte guiado en ciudades. Tesis doctoral, Departamento de ingeniería Civil: Transporte, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

Comisión Reguladora de Energía (2010). Disponible en: https://www.gob.mx/cre

De Rus, G., Betancor, F. y Campos, J. (2006). Manual de Evaluación Económica de Proyectos de Transporte. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Washington, D.C. Publicaciones de Infraestructura y Mercados Financieros. Disponible en: https:// publications.iadb.org/publications/spanish/document/Manual-de-evaluaci%C3%B3n-econ%C3%B3mica-de-proyectos-de-transporte.pdf

De Rus, G, Campos, J., y Nombela, G. (2003). Economía del Transporte. Barcelona, España. Antoni Bosch

DINA (2019). Disponible en: https://dina.com.mx/

Estación de gas natural vehicular El Salto (2019). Disponible en: https://gas-natura-el-salto.negocio.site/

Estrada, R. (24 de marzode 2016). Elasticidades de la demanda de transporte público de la ZMG. *Economía del transporte* https://economiadeltransporte.blogspot.com/2016/03/elasticidades-de-la-demanda-de.html

INEGI (2018). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH). 2018 Nueva serie. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2018/

INEGI (2015). Encuesta Intercensal. Instituto Nacional de Estadística, Geografía en Informática. México. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/

IMTJ (2018). Dictamen final para la aprobación de las tarifas técnicas del servicio de transporte de pasajeros colectivo para las Rutas-Empresa del Área Metropolitana de Guadalajara y del Sistema Integrado de la Ciudad de Puerto Vallarta". Instituto de Movilidad y Transporte del Estado de Jalisco. Gobierno de Jalisco.

IMTJ (2016). Encuesta de Satisfacción del Usuario para el Área Metropolitana de Guadalajara 2016. Instituto de Movilidad y Transporte del Estado de Jalisco. Gobierno de Jalisco.

Jasman Llantas (2019). Disponible en: https://tienda.grupoloyga.mx/?gclid=Cj0KCQiAjfvwBRCkARIsAIqSWlOd90bRPGJnfiTQjA9zkJ4kxrHiyB9g7K9zy0WFLRnqSgKKnsYZR4aAhOlEALw_wcB

LUbTrac (2019). Disponible en: www.lubtrac.com.mx CRE Recuperado de https://www.gob.mx/cre

Lujan, X. (2009) Estudio de sobre políticas tarifarias para usuarios habituales del transporte público". Propuesta de nueve títulos de Movilidad. Centro de Referenciaen Movilidad de ISTAS. Madrid, España. Disponible en: http://istas.net/descargas/Estudio%20de%20sobre%20pol%c3%adticas%20tarifarias%20para%20usuarios%20habituales%20del%20transporte%20p%c3%bablico.pdf

Marshall, A. (1957). Principios de Economía. España: Ed. Aguilar-

Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana (2006). Encuesta de Movilidad de las personas residentes en España, Movilia 2006/2007". Ministerio de Fomento, Madrid, 2008.

Negrete, M. E. (2010). Las metrópolis mexicanas: conceptualización, gestión y agenda de políticas. En Garza, G. y Schteingart, M. (Coord.). Los grandes problemas de México: desarrollo urbano y regional. México.

Noticias pasajero7 (2020). Disponible en: http://www.pasajero7.com/

Novales, M., Orro, A., Conles, E., Anta, J. (2012). ¿Autobús de alto nivel de servicio o metro ligero? Reflexiones sobre los criterios de decisión", Actas del X Congreso de Ingeniería del Transporte, 2012, Granada.

Ortíz, V. (2010). La necesaria reflexión sobre el ferrocarril. [Versión electrónica]. Disponible en: http://www.amivtac.org/ images/stories/revistas/VT8.pdf

Polymetrics Estudios Estratégicos (2016). Encuesta de satisfacción de los usuarios del transporte público en el Área Metropolitana de Guadalajara. Disponible en: https://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/IMTJ_Encuesta_2018_Completa.pdf

Valdés, C. y López, M.E. (2010). Del BRT al BHLS: un enfoque europeo de los sistemas de transporte masivo en autobús. Actas del IX Congreso de Ingeniería del Transporte, 2010, Madrid.

Zamorano, C. (2006). Financiación de sistemas ferroviarios urbanos y metropolitanos. Ingeniería y Territorio, No. 76, 2006, pp. 24-31.

EFECTOS SOBRE EL EMPLEO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO: UN ANÁLISIS EXPOST- DE LA RUTA 1 DE PUEBLA, MÉXICO

Oscar Sánchez-Flores.

Facultad de Ingeniería. Departamento de Posgrado. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. oscar.sanchezflores@correo.buap.mx

Lizbeth Sánchez-Flores.

Facultad de Administración. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México. lizbeth.sanchezflores@correo.buap.mx

RESUMEN

Después de 12 años de operación de la RUTA 1 del sistema de transporte público masivo de Puebla, México, la demanda del proyecto ha madurado y los efectos de corto y mediano plazo se han estabilizado. En este artículo se realiza un análisis comparativo de la magnitud de diversos beneficios previstos respecto a los observados y de indicadores oficiales reportados previos y posteriores a la puesta en operación de dicho servicio con una doble finalidad. Por un lado, dictaminar el estado de la práctica tanto de evaluación de proyectos como de la implementación de este tipo de proyecto y, por otro lado, identificar medidas para extender y consolidar los beneficios potenciales en el marco de una la política pública orientada a ofrecer un servicio de transporte público de calidad. El análisis ex post incluye variables de costos generalizados, confiabilidad del servicio asociado a la elección de hora de realización del viaje y unidades económicos con personal ocupado. Para evaluar cada uno de ellos se emplean diversas técnicas siendo el modelo de asignación a redes, las encuestas y análisis de información económica censal. En términos generales, los resultados obtenidos muestran una brecha importante respecto a las expectativas planteadas lo que lleva a la necesidad de análisis de mayor detalle que identifiquen los factores determinantes de estos efectos y en particular, mejorar los métodos de estimación de los beneficios esperados.

1. Introducción

Los efectos inducidos por la puesta en operación de un sistema de transporte masivo son de diversos tipos, siendo difíciles a cuantificar por su multidimensionalidad y que se difunden a lo largo del tiempo. Diversos autores han abordado este tema con enfoques principalmente sectoriales o longitudinales en los que difícilmente integran su naturaleza multidimensional. De esta manera los efectos inducidos se han analizado desde el punto de vista del total de usuarios beneficiados actuales, futuros e inducidos (e.g. Paulley et al 2006), de los efectos y beneficios ambientales (Carrusm et al, 2008), de los efectos estructurantes del transporte (e.g. Bento et al, 2003) a través de la relación uso de suelo-transporte (e.g. Jhonson, 2003; Handy, 2005), de la pobreza (e.g. Glaeser y Kahnc, 2008), el trabajo (e.g. Sánchez, 2004; Baldwin, 2009), el cambio de los hábitos de los usuarios (e.g.Fujii y Kitamura 2003) entre otros. Los estudios referidos han analizado estos efectos de forma aislada y especifica dificultando la posibilidad de integrar todos los efectos potenciales. Más recientemente, Hidalgo et al (2013) realizan un estudio expost, en el marco del análisis costo-beneficio, los efectos del sistema BRT Transmilenio. En esta comunicación se describe el análisis comparativo realizado entre la situación sin y con proyecto en 2013 y 2019 (para descontar el efecto pandemia y pos pandemia) a partir de la evaluación de tres efectos principalmente, mismos que se presentan en este orden: costos generalizados, confiabilidad del servicio asociados a la elección de hora de realización del viaje y actividad económicas asociado a la cantidad de unidades económicas y personal ocupado.

2. Variación de costos generalizados

La Ruta 1 (R1) forma parte de una red de transporte masivo conformado por 6 corredores de transporte (SMTP, 2016) los cuales se implementan de forma progresiva en la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala (ZMPT). La ZMPT cuarta zona metropolitana más poblada de México (más de 3.2 millones de habitantes en 2020). La R1 tiene una longitud de 18.5 kilómetros. El eje del trazo se extiende del sur poniente al norponiente de la ZMPT cruzando prácticamente en una diagonal toda la zona urbana. Se puso en operación en febrero de 2012 como un corredor dedicado al transporte público con carriles segregados de la circulación vial (sin posibilidad de rebase), 36 estaciones ubicadas al centro de la vía y dos terminales de integración a los extremos ubicados en los municipios de Chachapa y Tlaxcalancingo respectivamente.

Previo a la puesta en operación de la R1 operaba, en el entorno del eje del trazo, una red de 39 rutas convencionales de las cuales 19 recorrían tramos importantes del eje del corredor referido. Esta red fue sustituida por un sistema tronco-alimentador conformada, al inicio de operaciones, de 14 rutas alimentadoras, mismas que se han

adecuado en su número, recorrido y trazo resultando actualmente en 11 rutas alimentadoras. En el análisis comparativo, se tomaron en cuenta la troncal R1 y 10 rutas alimentadoras que son comparables en el periodo 2012-2019. En la **tabla 1** se muestran la comparativa de indicadores de oferta, demanda y operación más relevantes.

La demanda de pasajeros transportados ha tenido una disminución del orden del 54% respecto al estimado al inicio de operaciones. La ruta troncal supera esta media al igual que ciertas rutas alimentadoras como la 9 y la 6. Solo tres de ellas incrementaron la cantidad de usuarios en el periodo. Sin embargo, la cantidad de autobuses en operación se redujo en una proporción menor siendo del orden del 23%. Este desequilibrio se refleja en el IPK el cual se redujo en 42% llegando a alcanzar un poco más de 1.5 pasajeros por kilómetro. Siendo la tarifa de menor de 0.5 USD/pasajero y el costo de operación superior a 1 USD/km. Claramente el sistema se encuentra en desequilibrio financiero. Los indicadores de productividad también empeoraron. El IKV aumentó de 16% (mayor costo) y el IPV se redujo en casi 60% (menor ingreso).

Tabla1: Indicadores de desempeño 2012-2019 del SR1.

Ruta	**TD** 2012	**TD** 2019	**Veh** 2012	**Veh** 2019	**KOD** 2012	**KOD** 2019	**IKV** 2012	**IKV** 2019	**IPK** 2012	**IPK** 2019	**IPV** 2012	**IPV** 2019
Troncal	61,623	28,178	28	27	9,187	9,380	309	347	6.71	3.00	2,201	1,044
A1	1,403	1,340	5	5	1,284	1,450	242	272	1.09	0.92	281	251
A2	2,280	3,500	5	5	1,724	1,971	324	365	1.32	1.78	456	648
A3	2,629	1,580	8	8	2,913	2,930	343	386	0.90	0.54	329	208
A3	692	925	3	3	1,142	1,075	358	403	0.61	0.86	231	347
A3A	3,792	1,105	6	5	2,532	2,353	397	447	1.50	0.47	632	210
A4	1,374	1,550	4	4	830	864	195	220	1.66	1.79	343	394
A6	10,131	2,390	25	12	6,583	3,216	248	279	1.54	0.74	405	207
A6A	5,137	4,410	18	16	5,119	4,788	268	301	1.00	0.92	285	277
A8	7,129	2,808	17	11	4,945	3,347	274	308	1.44	0.84	419	258
A9	11,043	1,823	15	6	4,202	1,662	264	297	2.63	1.10	736	325
Total	**107,234**	**49,609**	**134**	**101**	**40,461**	**33,035**	**284**	**330**	**2.6**	**1.5**	**377**	**151**

Siglas: A: Alimentadora. TD: Trayectos Diarios [trayectos/día]. Veh: vehículos. KOD: Kilómetros Ofertados al Día [km/día]. IKV: índice del promedio de Kilómetros recorridos diarios por Vehículo [km/veh/día]. IPK: Índice de Pasajeros transportados por Kilómetros [pax/km]. IPV: Índice de Pasajeros transportados diarios por Vehículo [pax/bus/día].Fuente: elaboración propia.

La demanda de viajes en 2012 se recuperó de estudios de campo previos, siendo de más de 90 mil pasajeros en tanto que los ahorros de tiempo en ese año se estimaron de cerca de 10 minutos en promedio por pasajero. La situación de 2019, reconstituida con un modelo de asignación a redes de transporte público y estudios realizados en campo, muestran que respecto a 2012 la reducción de los tiempos de viaje es de

alrededor de 2.3 minutos/pax esto es menos del 25% de lo esperado. Por otro lado, el volumen de pasajeros previo a la puesta en operación del SR1 se redujo en más del 43% lo que implica que los beneficios sociales por ahorro de tiempo son menores a los previstos: por una reducción menor de tiempos de viaje y por un volumen más reducido de pasajeros atendidos respecto a los esperados. Estos resultados sugieren que es conveniente revisar el beneficio social previsto para el proyecto (ver tabla 2).

Tabla 2: Tiempos de recorrido 2012-2019 del SR1.

	2012 sin proyecto			**2012 con proyecto**		**2019 con proyecto**		
Rutas	Demanda	TTV	TPV	TTV	TPV	Demanda	TTV	TPV
Troncal	43,638	17,029		12,099	16.6	29,011	10,782	22.3
Alimentadora	50,110	19,438	23.4	8,616	10.3	24,633	7,718	18.8
Total	93,748	36,467		20,715	14.0	53,644	18,501	20.7

Demanda [pax/día]; TTV: Tiempo total diario de viaje [hora/día]; TPV: Tiempo Promedio de Viaje [min/pax]. Fuente: Elaboración propia.

3. Confiabilidad y elección de la hora de viaje

Para evaluar el efecto sobre las decisiones de movilidad relativos al ajuste de la elección de la hora de inicio de viaje y percepción de la confiabilidad del servicio, se utilizó una encuesta de movilidad aplicada en 2012 a 3,400 usuarios del servicio convencional (SCT, 2012), la información del modelo de asignación de redes ajustado a 2012, una encuesta a 113 usuarios de la R1 respecto a sus hábitos de viaje aplicado en febrero de 2013 y el modelo de asignación ajustado al año 2019 en base a estudios de campo de ascensos y descensos.

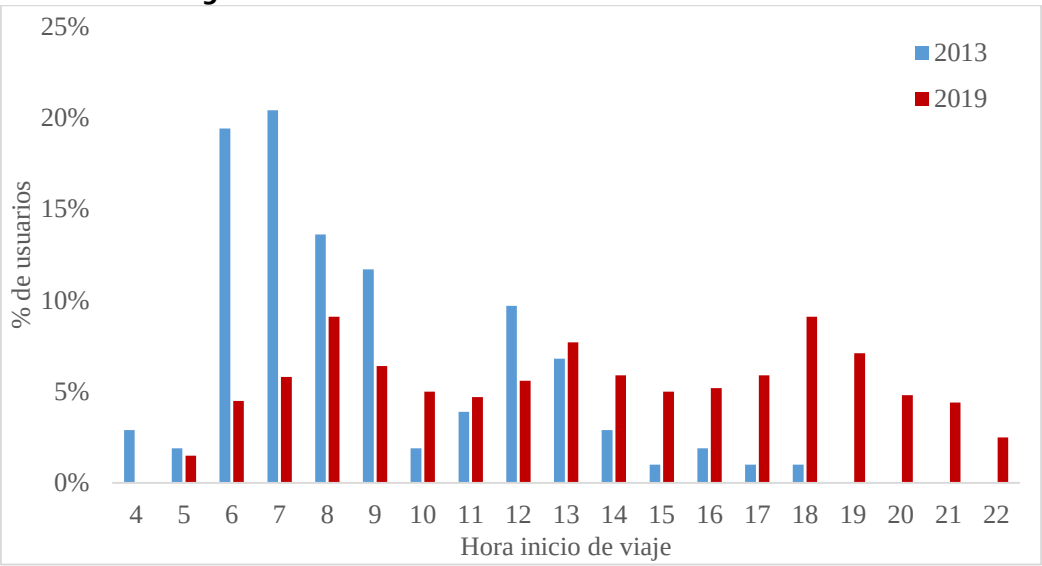
Características de movilidad. La mayor parte de los encuestados en 2013, un año después de la puesta en operación, fueron mujeres (55%). Más del 60% de los usuarios se encuentran en el rango de edad de 15 a 29 años. Tienen un ingreso bajo ya que 28% declara no percibirlos y el 38% gana menos de 100 USD/mes. El 70% de los desplazamientos son obligados (trabajo o escuela) y de corta y mediana duración: 23% de 15 a 30 minutos, 29% de 31 a 45 minutos y 35% entre 45 y 60 minutos. Los tiempos de espera son bajos: el 43% espera menos de 5 minutos y 33% espera de 5 a 10 minutos. El 46% trasborda y de estos el 90% tarda menos de 10 minutos en hacerlo. Respecto a las condiciones de movilidad previa al proyecto (2012), los cambios sustanciales con la puesta en operación de la R1 fueron (2013): se incrementaron 7% los viajes por movilidad obligada al igual que la frecuencia de viaje de más de 4 viajes/día pasó de 61 a 68%. Los viajes de corta duración, menos de 15 minutos y de 15 a 30 minutos, se redujeron de 8 y 18% respectivamente en tanto que los de mediana duración (de 30 a 45 minutos y de 45 a 60 minutos) aumentaron de 5 y 16% respectivamente. Esto indica que en el sistema R1 atiende a viajes de mediano recorrido principalmente en detrimento de los viajes cortos que generan una mayor

rotación y generación de ingresos. Por otra parte, que, dadas sus ventajas, el usuario prefiere el servicio para este tipo de desplazamientos.

Confiabilidad y hora de inicio del viaje. Los sistemas confinados mejoran la confiabilidad del servicio tanto en regularidad como en tiempos de recorrido. Esta ventaja se refleja en el margen de tiempo que los usuarios toman respecto a su hora de llegada deseada al destino. La encuesta de elección de hora de inicio de viaje muestra que el 67% toma un margen de anticipación de hasta 10 minutos y el restante tercio más de 10 minutos. En cuanto a la hora de llegada deseada de viaje 47% se distribuye entre las 7 y las 9 de la mañana lo que explica que un 48% de usuarios inicien sus viajes entre las 6 y 8 de la mañana. Este comportamiento se explica principalmente porque la mayoría de los viajes son por movilidad obligada: motivo de trabajo o escuela.

Perfil de distribución de viajes. Una consecuencia en la distribución de la demanda de viajes, del tipo de movilidad y confiabilidad del servicio es el perfil de pasajeros en un día promedio. Al comparar los correspondientes al año 2013 y 2019, con el SR1 en operación, se observa un aplanamiento importante del periodo pico (ver **Figura 1**). Mientras que en 2013 se tiene un periodo pico de 6 a 9 de la mañana, que refleja los datos de la encuesta, para 2019 se observan un periodo pico de mañana y tarde, pero de mucho menos intensidad en cuanto al volumen de pasajeros. Este efecto, constatado con los diagramas de carga de la ruta troncal, sugiere que hay un cambio en las características de movilidad y en volumen de pasajeros como ya se mostró previamente y también en la dinámica económica del corredor como se indica en la siguiente sección.

Figura 1: Perfil de demanda usuarios de R1 2012-2019.



Fuente: Elaboración propia.

4. Empleo y actividades económicas

Para estimar este efecto, se llevaron a cabo tres tipos de análisis comparativos para los horizontes de tiempo 2010, 2014 y 2020: a nivel de eje del trazo, del entorno de las estaciones y de contraste con otro eje de transporte intervenido. Los datos reportados corresponden al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas – DENUE INEGI 2009, 2014 y 2019) mismo que contiene datos de identificación, clasificación, ubicación y tamaño de las Unidades Económicas[28] (UE). Las UE se clasifican en siete rangos de personal ocupado (PO) o empleado. El directorio se actualiza quinquenalmente a partir de censos económicos y anualmente a partir de información proporcionada por las UE y por informantes autorizados del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de México (INEGI). Es por ello, que en el análisis comparativo se incluye tres periodos censales (2009, 2014 y 2019) correspondiendo el 2014 a un registro al año de maduración desde la puesta en operación del SR1. La clasificación de cada UE se realiza en base al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN, INEGI, 2020). El análisis espacial se realizó con herramientas de geo posicionamiento con ayuda de QGIS y ArcGIS.

4.1. Efectos sobre el eje del trazo.

Unidades Económicas. En la **tabla 3** se indica el total de UE, por sector económico del SCIAN, para los tres horizontes de comparación. Las UE se obtuvieron a partir de un buffer o radio de 200 metros a partir del eje del trazo del corredor excluyendo un radio de influencia similar para cada una de las estaciones cuyo efecto se analiza por separado para evitar doble conteo y atribuir efectos locales de la ubicación de las estaciones al proyecto. En términos generales, la cantidad de UE presenta una tendencia de disminución sostenida en el período. Esta tendencia se aceleró a partir de 2014 ya que en el primer quinquenio 2009-2014 la disminución fue de 150 UE, cerca de un 20% respecto a 2019 en tanto que para el quinquenio 2014-2019 la reducción fue de 168 UE. Es decir, 41% respecto a 2019 y 27% respecto a 2014.

En cuanto a los sectores económicos, a excepción de los servicios financieros y de seguros, todos disminuyeron. La reducción de UE más importantes tuvo lugar en el sector de servicios educativos que se redujo 60% de 2010 a 2014 y 42% de 2014 a 2019 seguido por el de industrias manufactureras que se contrajo de 33% de 2009 a 2014 y 55% en el 2019 esto es una caída de 2009 a 2019 del 70%. El sector de mayor cantidad de UE, el comercio al por menor, se redujo de menos de la mitad en el periodo 2009-2019. En el mismo orden de magnitud y tendencia se ubicó el sector de "otros servicios

[28] Establecimiento (desde una pequeña tienda hasta una gran fábrica) asentado en un lugar de manera permanente y delimitado por construcciones e instalaciones fijas, además se realiza la producción y/o comercialización de bienes y/o servicios.

excepto actividades gubernamentales" El resto de los sectores tuvo una reducción neta. En algunos casos creció en el quinquenio intermedio, pero no se sostuvo y se contrajo para el último. En otros, prácticamente la tendencia de reducción se mantuvo. Es importante resaltar, que la eventual "especialización" del corredor dada por el sector de las UE predominantes (comercio al por menor, otros servicios y servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos) se mantuvo con una ligera tendencia de disminución en la participación del total de UE. Lo anterior implica que la puesta en servicio de la R1 mantuvo sin cambios notables las actividades económicas en cuanto a su composición y especialización a lo largo del trazo del proyecto. Por el contrario, se constata una tendencia sostenida de reducción de las UE la cual se pronunció presumiblemente con la puesta en operación de la nueva ruta.

Tabla 3: Unidades Económicas en el eje del trazo del proyecto 2012-2019.

Sector económico	Unidades Económicas		
	2009	**2014**	**2019**
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica,	-	1	-
Construcción	8	4	5
Industrias manufactureras	54	36	16
Comercio al por mayor	23	18	19
Comercio al por menor	288	225	142
Transportes, correos y almacenamiento	2	8	2
Información en medios masivos	3	3	4
Servicios financieros y de seguros	11	13	21
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	13	21	11
Servicios profesionales, científicos y técnicos	37	36	31
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios	16	15	10
Servicios educativos	36	14	8
Servicios de salud y de asistencia social	33	33	32
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios	11	6	5
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	91	94	74
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	138	86	69
Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de	7	7	3
Total de unidades económicas	**771**	**620**	**452**

Personal Ocupado. En la **Tabla 4** se muestra el rango del personal ocupado (PO) por UE para los tres horizontes de análisis. El efecto más importante en el periodo es la desaparición prácticamente del empleo masivo de las UE de más de 100 empleos. Este efecto también se extiende para las UE de más de 30 empleados a excepción del rango de 51 a 100 personas en el que, en 2019, todavía permanecía cerca del 75%. El resto

de los rangos, de menor nivel de empleados, disminuyó en cantidad, aunque mantuvo prácticamente el mismo peso específico debido a la reducción del total de UE.

Tabla 4: Personal Ocupado en el eje del trazo del proyecto 2012-2020.

Rango de Personal Ocupado	Personal Ocupado		
	2009	**2014**	**2019**
0 a 5 personas	649	530	370
6 a 10 personas	54	41	41
11 a 30 personas	45	36	34
31 a 50 personas	6	7	1
51 a 100 personas	7	3	5
101 a 250 personas	5	2	-
251 y más personas	5	1	1
Total de unidades económicas	**771**	**620**	**452**

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Efectos en el entorno de las estaciones.

Se analizó la variación de las UE y de las PO en el entorno de las 38 estaciones de la R1 considerando un radio de influencia de 200 metros a partir del centro geométrico de cada estación. Para sintetizar los resultados, las estaciones se agruparon en base al rango de demanda promedio diaria anual de pasajeros de cada estación de cada horizonte temporal. Las estimaciones de demanda corresponden a los ya citados resultados del modelo de asignación, así como de los estudios de ascensos y descensos realizados.

La **Tabla 5** muestra que existe segregación espacial en la ubicación de las UE. En el entorno de 8 estaciones se ubica más de 75% de las UE y en las otras 30 estaciones el restante 25%. Paradójicamente la mitad de estas estaciones tienen la menor afluencia, pero en su entorno se ubica 31% del total de UE en tanto que en las otras 4 de mayor afluencia del SR1 el 50% del dicho total. En cuanto al PO esta tendencia se mantiene, pero se observa una mayor tendencia a disponer de más personas ocupadas en el entorno de las estaciones de mayor afluencia de pasajeros. En las estaciones de afluencia intermedia (de 250 a 1,000 pasajeros/día) se observa una ligera tendencia de mayor cantidad de UE conforme mayor es la afluencia. Todo lo anterior sugiere que los efectos de localización de UE respecto al sistema de transporte masivo aún se encuentran en proceso de maduración o en su caso aún tienen poca influencia.

4.3. Contraste de efectos.

Con la finalidad de determinar si los efectos observados en el eje del trazo de la R1 corresponden a una tendencia general del sector nororiente-norponiente de la Zona Metropolita de Puebla, se contrastó la variación de la UE y de las PO con un eje vial

perpendicular al de la R1, denominado Calzada Zavaleta (CZ). En este eje vial se realizaron, en el que, en el mismo año de puesta en operación de la R1, obras de modernización de la vialidad para sustituir la carpeta asfáltica por concreto hidráulico, así como adecuación de banquetas a lo largo de 7 kilómetros en los que se modernizó esta vialidad. De forma análoga al análisis de la R1 se estableció un buffer de 200 metros a lo largo de la calzada del eje vial.

Tabla 5: Unidades económicas en el entorno de las estaciones 2019.

Pasajeros Diarios	Estaciones	UE 2019	Personal Ocupado					
			0 a 5	**6 a 10**	**11 a 30**	**31 a 50**	**101 a 250**	**>251**
Hasta 250	4	308	280	16	8	3	1	0
251 a 500	15	48	44	2	2	0	0	0
501 a 750	9	88	88	0	0	0	0	0
751-1000	6	94	88	4	1	0	0	1
1001 - 2000	4	447	376	45	19	3	2	2
Total	**38**	**985**	**876**	**67**	**30**	**6**	**3**	**3**

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados se muestran en la **Tabla 6**. La tendencia de variación de UE en CZ es contraria a la del eje de la R1. En todo el periodo, se constata un incremento importante de UE para el primer quinquenio (2014) con respecto a la situación sin modernización de 2010 (variación de 21%). Este incremento se estabiliza entre el segundo y tercer quinquenio 2014-2019 (variación de 6% de 2019 a 2014).

Respecto a las PO, se verifica que las UE que emplean más personas (más de 50 PO) son las que tienen las reducciones más importantes, alrededor del 80%) en ambos ejes analizados. En tanto que la diferencia en tendencia entre estos ejes se da principalmente en las UE que emplean hasta 30 personas. Mientras que en el eje del SR1 se tiene una reducción de 20% entre la puesta operación del sistema de transporte masivo y la situación sin proyecto. Un quinquenio después esta reducción alcanzó un 27% respecto al año de puesta en operación. Por el contrario, en el CZ se tiene un incremento en este tipo de UE del orden de 27% luego de la modernización y de 14% un quinquenio después.

El análisis realizado muestra tres hallazgos relevantes. En primer lugar, que las UE y la cantidad de PO han disminuido con la puesta en operación de la R1. En segundo lugar, que existe un efecto diferenciado respecto a estos dos indicadores en el sector intervenido lo que pudiera indicar que existen factores que podrían favorecer o afectar el crecimiento de las actividades productivas y el empleo. Finalmente, que en los ejes intervenidos ha cambiado la estructura de la UE dirigiéndose más hacia una atomización o UE con menos de 30 empleados. Esto sugiere que el precio del terreno

ha variado de tal forma que las UE con gran cantidad de empleados se han relocalizado y que estos ejes se comienzan a especializar en los servicios.

Tabla 6: Unidades económicas y personal ocupado en dos ejes de transporte 2012-2020.

Rango de Personal Ocupado	SR1			CZ		
	2009	**2014**	**2019**	**2009**	**2014**	**2019**
0 a 5 personas	1925	1594	1236	328	474	493
6 a 10 personas	167	110	105	87	72	96
11 a 30 personas	134	72	62	63	61	55
31 a 50 personas	23	12	7	3	13	11
51 a 100 personas	30	5	5	10	0	4
101 a 250 personas	21	8	3	9	2	3
251 y más personas	13	6	4	14	1	0
Total de Unidades Económicas	2,313	1,807	1,422	514	623	662

5. Conclusiones

Los resultados del análisis comparativo a 12 años de la puesta en operación del BRT línea 1 de Puebla muestran efectos positivos limitados respecto al nivel de inversiones e intervención para favorecer el transporte público. En términos de reducción de costos generalizados, los beneficios son bajos debido a la importante reducción de la demanda y que los ahorros son modestos para cada pasajero. Este nivel de demanda y los indicadores de productividad muestran que el sistema opera en desequilibrio financiero lo que representa un riesgo para la sostenibilidad del sistema. En cuanto a la confiabilidad del servicio y el efecto sobre la elección de la hora de partida, la R1 es mayormente empleada para desplazamientos de mediano recorrido, existe una mejor distribución de la demanda durante el día a pesar de que los desplazamientos son por motivo obligado principalmente. La confiabilidad del servicio ha permitido que los usuarios dediquen menos tiempo de anticipación para realizar sus desplazamientos. En cuanto al efecto sobre las unidades económicas y el personal ocupado, claramente hay un efecto de pérdida de ambos indicadores que queda evidenciado por la reducción de estos indicadores y por el análisis de contraste con otro eje vial modernizado. La inversión en infraestructura sobre estas dos variables todavía no es visible permaneciendo las características de un corredor segregado y no uniforme como podría esperarse. Queda de manifiesto que el proceso de implementación de este tipo de proyectos aún tiene una enorme área de mejora.

Este tipo de análisis requiere de mayor profundidad y extensión para entender los mecanismos que han propiciado estos resultados. Por otro lado, abre la posibilidad de ampliar los estudios de este tipo para identificar las mejores prácticas que lleven a maximizar los efectos positivos de las inversiones en sistemas BRT. Finalmente, estos hallazgos también llevan a la necesidad de reconsiderar las hipótesis y supuestos que

generalmente se asumen en las evaluaciones costo-beneficio y que sustentan la inversión de grandes recursos públicos para este tipo de proyectos.

6. Referencias Bibliográficas

Bento, A., Cropper, M., Mobarak, A., & Vinha, K. (2003). *The impact of urban spatial structure on travel demand in the United States*. The World Bank.

Carrus, G., Passafaro, P., & Bonnes, M. (2008). Emotions, habits and rational choices in ecological behaviours: The case of recycling and use of public transportation. *Journal of environmental psychology*, *28*(1), 51-62.

Fujii, S., & Kitamura, R. (2003). What does a one-month free bus ticket do to habitual drivers? An experimental analysis of habit and attitude change. *Transportation*, *30*(1), 81-95.

Glaeser, Edward L., Matthew E. Kahn, and Jordan Rappaport.2008. Why do the poor live in cities? The role of publictransportation. Journal of Urban Economics 63, no. 1: 1-24

Gobierno del Estado de Puebla (2015). Actualización Del Análisis Costo Beneficio Del Proyecto De Transporte Masivo De La Cuenca Norte Sur De La Zona Metropolitana De Puebla. Puebla, Acciones que Transforman. 16-138. Disponible en: http://www.fonadin.gob.mx/wp-content/uploads/2016/08/ACB_Puebla2NorteSur.pdf.

Handy, S. (2005). Smart growth and the transportation-land use connection: What does the research tell us?. *International regional science review*, *28*(2), 146-167.

Hidalgo, D. Pereira, L. Estupoñan, N. y Jiménez P. (2013). TransMilenio BRT system in Bogota, high performance and positive impact – Main results of an ex-post evaluation. *Research in Transportation Economics*. 39-1: 133-138

INEGI, (2020), Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte. SCIAN 2018. Documento metodológico. Disponible en http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825099695.pdf

INEGI, 2018. *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México SCIAN 2018*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.

INEGI, 2020, Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. DENUE Interactivo 11/2020. Documento metodológico. Disponible en https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx

Johnson, A. (2003). Bus transit and land use: illuminating the interaction. *Journal of Public Transportation*, *6*(4), 2.

Paulley, N., Balcombe, R., Mackett, R., Titheridge, H., Preston, J., Wardman, M., ... & White, P. (2006). The demand for public transport: The effects of fares, quality of service, income and car ownership. *Transport policy*, *13*(4), 295-306.

SÁNCHEZ, Lizbeth. NÚÑEZ, Karen LÓPEZ, Gabriela (2016). Empleos generados por un sistema de transporte masivo puesto en operación: Caso Ruta 1 Chachapa-Tlaxcalancingo. Puebla; 2–11. Puebla.

Sanchez, T. W., Shen, Q., & Peng, Z. R. (2004). Transit mobility, jobs access and low-income labour participation in US metropolitan areas. *Urban Studies*, *41*(7), 1313-1331.

Secretaría de Movilidad y Transporte de Puebla (2016). Programa Sectorial de Movilidad Urbana con Estudio de Factibilidad y Proyecto Ejecutivo del Primer Corredor de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Puebla, 3-5. Disponible en: http://www.fonadin.gob.mx/wp-content/uploads/2016/08/ACB_Puebla.pdf

VÁZQUEZ SALAZAR, Javier (2014). Evaluación del corredor uno de Puebla, Puebla, Tesis, Maestría en Ingeniería de Tránsito y Transporte, Benemérita Universidad de Puebla.

FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA MOVILIDAD EN LOS ENTORNOS DE LAS TERMINALES DE BUSES DE LARGA DISTANCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

Bruno Agosta
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, Buenos Aires, Argentina. bagosta@acyaglobal.com

Pablo Díaz
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, AC&A. Buenos Aires, Argentina. pdiaz@acyaglobal.com

Laura Gómez Melo.
AC&A Ingenieros, Economistas, Planificadores, Buenos Aires, Argentina. lgomez@acyaglobal.com

RESUMEN

Con los objetivos de analizar la operación en entornos de terminales, y la oferta y demanda de los servicios interurbanos, este trabajo busca formular diversas estrategias para el diagnóstico, análisis y realización de propuestas de mejoras en la movilidad de los entornos a las tres terminales de autobuses interurbanos de la Ciudad de Buenos Aires, Argentina: Retiro, Dellepiane y Liniers.

Por un lado, se realiza un análisis urbanístico y se desarrolla una caracterización socio ambiental de los emplazamientos, para posteriormente modelizar a nivel micro la movilidad de peatones y vehículos en los entornos. Todo ello, abordado desde un enfoque integral de perspectiva de género, población vulnerable y sostenibilidad.

Por otro lado, se examinan las condiciones operativas de los autobuses interurbanos, la infraestructura y servicios ofrecidos, recopila el marco normativo de las terminales, se analiza y compara la oferta y la demanda en dos periodos de estudio: Pre-Covid vs. Post-Covid. También se caracterizó el perfil del viajero interurbano (análisis y diagnóstico del modo de viaje de los pasajeros desde y hacia las terminales) y se estimó el impacto ambiental generado por las actividades de las terminales.

En base a las herramientas generadas se realizaron propuestas y sugerencias de mejoras en cada uno de los rubros analizados, indicando para cada una de ellas el impacto en el usuario, presupuestos estimados y factibilidades de realización.

Estado de situación actual

De acuerdo a la normativa vigente del transporte automotor interurbano existen los Servicios de transporte para el turismo (TU) y Servicios Regulares (SR). Este último tipo de servicio está regulado por la autoridad de aplicación, y agrupa tanto servicios de viajes estacionales, como también a aquellos que brindan un mayor confort.

A nivel nacional, hay 3,270 empresas habilitadas para servicios TU y 115 empresas para servicios SR. En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) se originan el 32% de los servicios SR, en donde el 17% de las empresas agrupa más del 58% de los recorridos, evidenciando una concentración de servicios significativa.

Los últimos años del sector de transporte han sido críticos. El confinamiento iniciado en marzo de 2020 por la pandemia de Covid-19 provocó la suspensión de servicios, generando impactos financieros que se siguen observando en la actualidad.

La situación condujo a una disminución en la renovación de los vehículos, incrementando la antigüedad de las flotas, caída de demanda, que también resultó en una baja de unidades habilitadas. En cuanto al análisis de los picos estacionales de pasajeros, se destacan los meses de enero y julio, siendo el verano el periodo de mayor magnitud. A pesar de las restricciones de la pandemia, desde enero de 2021 se observa una tendencia de crecimiento de servicios y pasajeros, aunque los valores aún no alcanzan los niveles previos al Covid-19.

De acuerdo con bases de datos proporcionadas por la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT), los cuales abarcaron desde septiembre de 2019 hasta marzo de 2022; y al tener en consideración sucesos ocurridos como la suspensión de servicios de marzo a octubre de 2020 y el cierre de la Estación Terminal de Ómnibus de Retiro (ETOR) de octubre de 2020 a julio de 2021, se decidió adoptar dos períodos de análisis:

- Período 1 o Pre-Covid: desde diciembre 2019 hasta marzo 2020.
- Período 2 o Post-Covid: desde diciembre 2021 hasta marzo 2022.

Marco normativo del Transporte Automotor Interurbano de pasajeros

El transporte automotor de pasajeros en las Estaciones Terminales de la CABA está sujeto a una regulación federal debido a su carácter interurbano e interjurisdiccional, de acuerdo con la Constitución Nacional (CN). A su vez, el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GCBA), en concordancia con el Plan Urbano Ambiental y los convenios

celebrados con el Estado Nacional, ha llevado a cabo proyectos para el reordenamiento de la zona de Retiro y la integración del Barrio 31, impactando en la operación de servicios interjurisdiccionales.

Los permisos para empresas de transporte internacional desde y hacia la terminal de Retiro se basan en el Acuerdo de Transporte Internacional Terrestre, registrado como Acuerdo de Alcance Parcial en el marco de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), conforme a los mecanismos del Tratado de Montevideo de 1980. Cualquier análisis normativo debe considerar estos principios y antecedentes que han dado forma al sistema de transporte interjurisdiccional de pasajeros por carretera, facilitando la integración entre regiones y países limítrofes.

Caracterización de la infraestructura y servicios

El área de estudio de la ETOR está delimitada por la Av. Antártida Argentina, la Av. Dr. José María Ramos Mejía, la Av. De los Inmigrantes, Av., Gendarmería Nacional, la Calle Perette y las calles internas de acceso. La terminal limita al noroeste con el Barrio 31, donde residen aproximadamente 8,800 familias.

La movilidad en la zona proviene en gran parte de habitantes del barrio. Se observó una intersección peligrosa entre los peatones y los micros que ingresan y egresan de la terminal por la calle Perette, con veredas angostas y ocupadas por puestos de venta, sumada a un semáforo que no se encuentra en funcionamiento, generando condiciones de poca seguridad vial para el transeúnte.

La terminal cuenta con servicios de encomiendas, locales comerciales y oficinas para las empresas transportistas. En enero 2020, la terminal atendió a más de 967,000 pasajeros, siendo la de mayor movimiento del país. Tiene conexión con las líneas de Ferrocarril Mitre, San Martín y Belgrano Norte, las líneas C y E de subtes y múltiples líneas de colectivos urbanos.

En cuanto a la Terminal de Ómnibus de Dellepiane (TOD), ubicada en la Av. Perito Moreno al 3900 en el barrio de Flores, tiene como área de análisis la Av. Perito Moreno y sus intersecciones con las calles Mariano Acosta, Zuviría y la colectora de la Autopista Dellepiane. En su entorno se encuentran predios deportivos pertenecientes a distintos clubes, y una zona comercial sobre la Av. Eva Perón, situada a unos 500 metros. La terminal está emplazada en la intersección de las autopistas Perito Moreno, Dellepiane y 25 de Mayo, lo cual la dota de múltiples accesos viales.

Cuenta con servicios de encomienda, espacios comerciales y boleterías, pero sin embargo se encuentra subutilizada. A pesar de haber alcanzado las 275 mil personas usuarias mensuales en los meses en que la ETOR estuvo cerrada por obras, para marzo de 2022 la cantidad de pasajeros disminuyó a 35 mil para los servicios SR y TU.

Respecto a la conectividad con el transporte público, únicamente cuenta con 3 líneas de colectivos urbanos que realizan su recorrido por la Av. Perito Moreno, y la estación del subte más cercana se encuentra a 1000 metros.

En lo que respecta a la Parada Liniers (PL), centrada en la colectora de la Av. Gral. Paz al oeste, y las calles José León Suarez al este, Ibarrola al norte y Ventura Bosch al sur, se caracteriza por tener una alta actividad comercial en los alrededores y una zona residencial hacia el sur. Emplazada en la cercanía de la Av. Gral. Paz, la Autopista 25 de Mayo y la Av. Rivadavia, la estación Liniers tiene fácil acceso desde diferentes áreas de la ciudad. En enero 2020, la parada atendió a más de 195,000 pasajeros, siendo la segunda con mayor movimiento en la CABA. La estación se conecta con el Ferrocarril Sarmiento y por su área de influencia circulan con 17 líneas de colectivos urbanos.

Relevamiento de información de campo

En el marco de este estudio, se llevaron a cabo los siguientes tipos de trabajo durante el mes de marzo de 2022:

- Conteos vehiculares y censos de velocidad
- Conteos y encuestas peatonales
- Ascenso y descenso de pasajeros de transporte público
- Encuestas Origen Destino (EOD) a las personas usuarias de las terminales

Los primeros tres tipos de relevamiento mencionados tuvieron como objetivo realizar una caracterización de los entornos de las terminales, una descripción de flujos dentro de las áreas de estudio y una recopilación de información base para la Microsimulación. Respecto al último de los trabajos realizados, su objetivo fue la caracterización los viajes desde y hacia las terminales y los lugares de residencia o trabajo, como así también la determinación del componente socioeconómico de las personas usuarias.

Caracterización socio ambiental de los entornos

En Retiro, la demanda de transporte experimenta picos matutinos y vespertinos. De acuerdo con las mediciones realizadas entre las 7:00 y las 11:00, el volumen vehicular

se mantuvo estable, mientras que el peatonal comenzó a disminuir luego de la primera hora.

En la TOD se observó un mayor volumen vehicular entre las 17:00 y 19:00. Dada la baja densidad poblacional y baja actividad comercial, los movimientos peatonales se centran en la operación de la terminal y los autobuses.

En PL se generan picos matutinos y vespertinos debidos a la alta actividad comercial y al ser un centro de trasbordo urbano. La hora crítica se corresponde entre las 17:00 y 18:00.

Análisis con perspectiva de género y población vulnerable

Este enfoque buscó entender cómo los estereotipos, roles y el sistema de género afectan la movilidad y la seguridad vial. Se utilizó como referencia a la Guía de Movilidad con Perspectiva de Género del GCBA. Las recomendaciones para buenas prácticas incluyen aspectos de información, señalética, visibilidad, vitalidad, vigilancia, equipamiento, accesibilidad, seguridad, participación y equidad.

Se propuso un indicador de género basado en una encuesta complementaria a usuarios, utilizando la metodología de Anne Michaud. Los resultados indican que los usuarios perciben inseguridad en los entornos inmediatos de las terminales, siendo más notorio en Retiro (92%), seguido por Dellepiane (82%) y Liniers (58%). Respecto al resto de buenas prácticas, las mismas se exponen más adelante en la sección de Propuestas de intervención de los entornos.

Microsimulación del entorno de las terminales

Se llevaron a cabo modelos de simulación de tráfico a nivel microscópico para realizar un análisis minucioso de los diversos puntos conflictivos y obtener indicadores representativos del comportamiento del tráfico en los alrededores de las tres terminales.

La construcción de los modelos se llevó a cabo mediante la utilización de la herramienta de Microsimulación de tráfico Vissim 8.0, desarrollada por la empresa alemana PTVAG (PTV Planung Transport Verkehr AG).

Las categorías vehiculares consideradas, incluyeron: autos y camionetas, motocicletas, colectivos urbanos, autobuses de larga distancia, camiones de 2 ejes, camiones con más de 2 ejes y bicicletas.

Operación de los servicios de larga distancia

En esta sección, se examina la operación de los servicios de larga distancia y los viajes realizados en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA), de acuerdo con las bases de datos de la CNRT.

Retiro: La ETOR destaca como la terminal interurbana con mayor cantidad de servicios en el país. Se registró un promedio mensual de 33,600 servicios durante el período Pre-Covid, disminuyendo a 26,100 en el Post-Covid. Los niveles de ocupación de los servicios rondan el 48.6%. Los orígenes y destinos más populares de los pasajeros son la provincia de Córdoba, el partido de General Pueyrredón, y las provincias de Santa Fe y Entre Ríos.

Dellepiane: Esta terminal experimentó un aumento significativo en la cantidad de servicios mensuales, pasando de 200 en el período Pre-Covid a 3,900 en el período Post-Covid. Pasando a la cantidad mensual de pasajeros, pasó de 800 a 17,600. El porcentaje de ocupación como parada intermedia es de un 45.3%, mientras que para parada terminal fue de 17.5%. Los orígenes y destinos más destacados son el Partido de la Costa, el partido de General Pueyrredón y la provincia de Jujuy.

Liniers: Operaba en promedio 14,500 servicios mensuales antes de la pandemia, disminuyendo a 12,600 después de la misma. La cantidad de pasajeros disminuyó en un 19%. Respecto a los porcentajes de ocupación, se encuentran en un 49.7%. Los orígenes y destinos predominantes son el Partido de la Costa, las provincias de Córdoba y Jujuy, y partido de General Pueyrredón.

Por otro lado, se identificaron paradas alternativas nocturnas en distintos puntos de la CABA, y paradas significativas fuera de la CABA en Campana, Escobar y Tigre.

Análisis y diagnóstico del modo de viaje de los pasajeros hasta las terminales

Las EOD comprendieron 16 preguntas que abordaron aspectos demográficos, económicos y detalles sobre el viaje. La cantidad total de personas encuestadas fue de 535 para la ETOR, 238 para la PL y 143 para la TOD. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

Retiro: La mayoría de los viajes locales hacia Retiro tuvieron origen en las comunas 1, 14 y 3 de la CABA; mientras que los principales orígenes fuera de la CABA son los partidos de Avellaneda, Ezeiza y General San Martín. El 60% de las personas encuestadas se autopercibe como mujer, el 39% como hombre y el 1% como no binario. Los motivos de viaje principales en todos los casos fueron el ocio o turismo y la salud. Los modos de transporte más utilizados para arribar o partir de la terminal fueron el taxi, el colectivo interurbano (combinación de servicios interurbanos) y el colectivo urbano. La intermodalidad fue del 11%, siendo taxi y subte la combinación más común.

Dellepiane: los principales orígenes fueron las comunas 7 y 3 de la CABA, y el partido de Lomas de Zamora. El 70% de las personas encuestadas se autopercibe como mujer, y el 30% restante como hombre. La mayoría de las mujeres provienen de más partidos en el AMBA que los hombres.

Liniers: los principales orígenes fueron el partido de La Matanza, y las comunas 8 y 7 de la CABA. El taxi fue el medio más usado, seguido por la combi y el colectivo urbano. El 59% de las personas encuestadas se autopercibe como mujer y el 41% como hombre. En ambos casos, el motivo de viaje más usual fue el ocio. El medio de transporte más empleado para arribar a la PL fue el transporte particular, en contraste con las otras terminales.

Este análisis revela patrones diversos de operación y modos de viaje, proporcionando información valiosa para la comprensión integral de la movilidad en el AMBA.

Impactos ambientales

La presente sección tiene como propósito la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) producidas por el transporte automotor vinculado a estas terminales, aplicando la metodología del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), ampliamente aceptada a nivel internacional. La misma considera tres componentes fundamentales:

- Movimiento de Pasajeros: contempla el traslado de pasajeros a través de diversos medios de transporte en el AMBA desde y hacia las terminales.
- Recorridos en Vacío de Ómnibus: se refiere a los desplazamientos de los ómnibus de larga distancia desde y hacia los talleres de mantenimiento de cada empresa.
- Recorridos con Pasajeros: este componente abarca los trayectos de los ómnibus de larga distancia que transportan pasajeros dentro del AMBA.

El análisis efectuado indicó que la ETOR es la principal contribuyente a las emisiones GEI, con un aporte anual de 954,07 KtCO2eq, representando el 73,43% del total asociado a las tres terminales. En segundo lugar se sitúa la PL, contribuyendo con 299,11 KtCO2eq (23,02%), mientras que la TOD ocupa el último lugar con 46,19 KtCO2eq (3,55%).

La observación principal de este análisis es que las emisiones que produce la ETOR se deben principalmente al primer componente, a diferencia de las otras dos terminales. Este fenómeno sugiere que los pasajeros que utilizan dicha terminal realizan desplazamientos de mayor extensión para acceder a ella o para continuar hacia sus destinos finales.

Diagnóstico

A pesar de la alta conectividad del barrio de Retiro, la infraestructura de la ETOR, inicialmente diseñada para la terminal, ahora sirve principalmente a los residentes del Barrio 31, resultando en flujos peatonales elevados que generan inseguridad vial en la interacción entre peatones y vehículos de gran tamaño.

En cuanto a Dellepiane, normativamente se le permite utilizar la terminal para un rango del 35% al 50% de los servicios que ingresan a la CABA. A pesar de contar con acceso directo a autopistas importantes, su conectividad con el transporte público urbano es limitada, careciendo de modos masivos de transporte urbano.

En el caso de Liniers, no se considera estrictamente una terminal interurbana según la normativa, sino más bien un punto significativo de ascenso y descenso de pasajeros. Su ubicación en una zona mayormente comercial y su infraestructura peatonal deficiente también se destacan como desventajas.

Propuestas de intervención en los entornos

En función de las caracterizaciones de las terminales, el análisis de los estudios realizados y el diagnóstico revelado, se realizaron las siguientes propuestas de intervención en los entornos urbanos.
Retiro:

- Intervención urbana de la calle Perette y pasarela sobre Paseo del Bajo: se propone elevar la calzada a nivel de vereda en la intersección de la calle Perette con calle Walsh, continuar la ciclovía de Perette e instalar una pasarela sobre el Paseo del Bajo para crear un cruce peatonal más directo y seguro.

- Señalética de transporte: se sugiere instalar tótems con información sobre los modos de transporte en el entorno de la terminal.
- Vinculación con la Línea C de subte: se propone retomar la idea, basada en el estudio PETERS (2010), de construir un loop de la Línea C en la zona de Retiro.

Dellepiane:

- Refugios en zona de espera: se busca proporcionar mayor comodidad a los pasajeros en las áreas de espera de transporte público.
- Señalética de transporte: se sugiere instalar tótems con información sobre los modos de transporte en el entorno de la terminal.
- Arribo predictivo de colectivos urbanos: se sugiere la colocación de pantallas con información dinámica sobre el tiempo de espera de las líneas de colectivos urbanos.
- Vinculación con la Línea E de subtes: se propone analizar la factibilidad de instalar un andén a nivel de superficie en la zona del taller Lacarra y crear espacios de estacionamiento de formaciones.

Liniers:

- Parador de transporte público Colectora Av. General Paz: Sugerencia de construir un parador estilo Centro de Trasbordo para las líneas que operan en la colectora, mejorando la comodidad de los pasajeros que realizan trasbordos.
- Calle compartida José León Suárez: Propone nivelar la calzada con la vereda para mejorar la conectividad peatonal con el centro comercial y la estación Liniers del Ferrocarril Sarmiento.
- Señalética de transporte: Sugerencia de instalar tótems con información sobre los modos de transporte en el entorno de la terminal.

Propuestas de redistribución de los servicios interurbanos

La premisa es mantener las tres terminales operativas a largo plazo y minimizar impactos negativos en los itinerarios de los pasajeros.

La primera redistribución propuesta corresponde a los destinos de la costa de la Provincia de Buenos Aires. Los servicios y pasajeros se concentran principalmente en la ETOR y son estacionales, principalmente en época de verano. Se propone priorizar asignaciones a la TOD, dada su condición de suboperación y la llegada significativa de pasajeros en vehículos privados.

La segunda redistribución tiene en cuenta a las provincias de Jujuy, Salta, Corrientes y Misiones. La demanda de estos servicios del norte del país es constante a lo largo del año. No obstante, se halló que en PL hay una concentración de pasajeros, ya que los

porcentajes de los mismos son mayores que los porcentajes de servicios. Esta redistribución propone priorizar las asignaciones de servicios a PL.

Definición de escenarios

A partir de la descripción de las intervenciones descritas en los apartados anteriores se propusieron los siguientes escenarios:

- Escenario 1 o de recuperación de los servicios Pre-Covid: este escenario supone un aumento en la cantidad de servicios, de forma tal de recuperar los niveles de servicio previos a la pandemia de Covid.
- Escenario 2 o de optimización de entornos: este escenario supone la mejora de las condiciones de la infraestructura peatonal y de la accesibilidad en los entornos de las tres terminales de análisis, además de incluir las modificaciones del escenario 1.
- Escenario 3 o de redistribución de servicios: este escenario se estructura sobre un marco de reorganización de los servicios de larga distancia, lo que implica una variación en la demanda de pasajeros en las terminales y por ende, en la demanda de tránsito de los entornos de las mismas, además de incluir las modificaciones propuestas del escenario 2.

Análisis de resultados

Retiro: en términos generales, se evidenciaron mejoras sustanciales en los tiempos de viaje peatonales en recorridos críticos tras la implementación de propuestas de mejora. Estas incluyen la construcción de una pasarela peatonal sobre el Paseo del Bajo y modificaciones en la intersección de las calles Perette y Walsh.

El análisis según el Highway Capacity Manual (HCM) 2016 reveló un nivel de servicio aceptable en la intersección de la colectora Av. Antártida Argentina y Av. Gendarmería, mejorando la capacidad de la intersección semaforizada de la Av. Antártida Argentina y la Av. De los Inmigrantes.

Liniers: El análisis de tiempos de viaje del entorno, indica un aumento de los mismos, principalmente en la calle J.L. Suarez y la colectora Av. General Paz, debido a reducciones de velocidad y capacidad. Por otro lado, a pesar de una mejora relativa en los tiempos de viaje para colectivos urbanos gracias al parador de transporte público y reconfiguración semafórica, los beneficios se asocian al confort y seguridad de los usuarios de transporte público, que resultan difíciles de medir con este tipo de modelos.

Pasando a niveles de servicio, se obtuvo que la intersección de la Av. Colectora General Paz con la calle Ibarrola presentó un nivel aceptable; mientras que la intersección semaforizada de dicha avenida colectora con la calle Ramón Falcón tiene un nivel crítico, presentando largos tiempos de demora y elevados volúmenes vehiculares.

Conclusiones

La recopilación de datos se destaca como una fase fundamental en el desarrollo del proyecto, pero también revela oportunidades de mejora. Se sugiere la implementación de formularios online por parte de las empresas que brindan servicios de transporte, y la estandarización de direcciones en terminales y paradas intermedias. Se propone realizar encuestas de movilidad periódicas, tanto presenciales como en plataformas digitales, para evaluar la evolución de patrones de viajes y proponer mejoras en consecuencia.

Si bien el Estado Nacional debe dar el visto bueno en las habilitaciones de recorridos de transporte de pasajeros interurbano automotor, las empresas operadoras son las que analizan y proponen la configuración (recorrido, paradas y frecuencias) de cada uno de los servicios. Esto significa que cada empresa analiza (o debería) la factibilidad de los recorridos, si existe una demanda insatisfecha, si las condiciones operativas están dadas o son suficientes y eso genera de por sí una distribución de los recorridos. Se entiende que el Estado podría llegar a poner el foco en mejorar estas condiciones de operación más que en el análisis de demanda de cada recorrido. Esto puede realizarse, por ejemplo, asignando espacios específicos de operación en cada ciudad, en conectividad con otros modos de transporte y brindando el confort, la seguridad, y el nivel de servicio necesario para que el usuario tenga una experiencia de viaje mejor tanto en la terminal en sí misma como en sus accesos y entornos. Luego, al ofrecer los predios mejores servicios y conectividad, generarán una mayor demanda y, por ende, serán más atractivos para las empresas transportistas.

En este sentido, y observando la evolución de la operación en conjunto de las 3 terminales en los períodos de análisis, en primer lugar se puede recomendar el no incremento (o cantidad máxima diaria) de servicios en la parada Liniers, donde su capacidad es limitada, su acceso no favorable, y en horarios pico de servicios interurbanos funciona a capacidad y por otro lado, darle curso al tratamiento legal de considerarla una terminal en sí misma y que los servicios puedan iniciar o finalizar allí. Dicha terminal es privada, tanto en operación como en el predio en el que se ubica. Si bien a lo largo del tiempo la empresa operadora fue adquiriendo parcelas adyacentes y ampliando su funcionalidad interna, esto no significa que en un futuro continúe haciéndolo.

En segundo lugar, los servicios que no se atiendan en Liniers, se sugiere derivarlos principalmente a la terminal Dellepiane, dado que en ETOR ya existe una oferta de destinos amplia, y aumentar en exceso los servicios podría llegar a perjudicar la circulación de los accesos.

Por último, se recomienda realizar las intervenciones urbanas y de conectividad descritas más allá de si se opta por disminuir servicios en alguna terminal. Esto haría al confort y seguridad de los pasajeros, ofreciéndoles una mejor experiencia de viaje, provocando un aumento de pasajeros con la misma cantidad de servicios. Se recomienda con estas acciones poner en foco en Dellepiane, principalmente en la conectividad con el sistema de subtes y con centros de trasbordos como La Noria, Flores y Liniers.

En relación con las terminales en el AMBA, se propone analizar terminales en vía pública, evaluando su necesidad y la factibilidad de crear espacios seguros de operación. Se recomienda potenciar terminales con infraestructura y estudiar la unificación de aquellas cercanas. En dichas terminales tampoco se debe dejar de estudiar los servicios interurbanos provinciales (de la PBA) que no fueron alcance del presente análisis.

Referencias Bibliográficas

Optimización de operaciones y entornos urbanos de las terminales interurbanas de buses de Retiro, Dellepiane y Liniers, Informe N°5, AC&A, 2022

Guía Metodológica para la Planificación y el Diseño del Sistema de Movilidad y Transporte, GCBA, 2021

Estudio de Mercado ETOR, TEBA SA, 2019

Hacia un transporte interurbano de pasajeros de calidad para la equidad, CIPPEC, 2014

Estudio de indicadores de conectividad interurbanos, SPTINP-CAF, 2014

MODELIZACIÓN DE LA DEMANDA DEL TRANSPORTE EN EL GRAN SANTO DOMINGO A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN INERCIA

Lissy La Paix Puello
Instituto Tecnológico de Santo Domingo, Santo Domingo, República Dominicana. CTS Engineering, Inc., Florida, Estados Unidos. lissy.lapaix@intec.edu.do

Amparo Isabel Álvarez Poyó
Instituto Tecnológico de Santo Domingo, Santo Domingo, República Dominicana.
1057533@est.intec.edu.do

RESUMEN

La accesibilidad es un concepto ampliamente reconocido en los estudios contemporáneos de movilidad y transporte urbano, y se refiere al nivel de "facilidad" con el que las personas pueden acceder a diversas oportunidades (Guzman et al., 2023). Este artículo analiza el Proyecto denominado Inercia donde se desarrolló una aplicación denominada con el mismo nombre que el proyecto. Esta aplicación rastrea los movimientos (origen, destino y ruta) de los usuarios. El proyecto también se enfocó en el impacto de la Accesibilidad basada en datos de GPS para modos motorizados y no motorizados y en la distancia recorrida por los usuarios del transporte público y privado en República Dominicana. Desde la perspectiva del transporte, se encontró que el principal modo de transporte tenía una fuerte asociación con los tiempos de viaje y la velocidad.

1. Introducción

El problema de la planificación del transporte en Santo Domingo es plenamente conocido. La apertura del nuevo servicio de transporte público urbano, el metro de Santo Domingo, está supuesta a solventar gran parte de esta problemática. Sin embargo, no existía en la República Dominicana un proyecto de investigación dedicado a la modelización del transporte y estudio de la accesibilidad de los diferentes modos de transporte.

En primer lugar, esta investigación pretende salvar esta brecha con medidas innovadoras y eficientes para mejorar el transporte público. Con este fin, se propuso desarrollar una metodología combinada de recogida de encuestas longitudinales y transversales ya mencionadas. Posteriormente, se desarrollaron indicadores de accesibilidad y se modelizó la demanda de transporte.

En segundo lugar, la investigación ha abordado como objetivo principal la Modelización de la demanda para distintos modos de transporte urbano, en especial el metro de Santo Domingo. Potenciando así la movilidad sostenible en sus tres aspectos: social, económico y ambiental.

Ya que la literatura ha demostrado que el comportamiento pasado es la mejor predicción del comportamiento futuro, se ha creado la aplicación INERCIA (La Paix Puello, 2018) la cual será utilizada en este estudio. La aplicación rastrea los movimientos (origen, destino y ruta) de los usuarios. Esta aplicación ha sido creada dentro del Proyecto del mismo nombre y ha sido colocada para descargar de manera general en su sitio web oficial.

El primer objetivo de la presente investigación es analizar los efectos temporales en los viajeros entre distintos modos de transporte, principalmente en el Metro de Santo Domingo, OMSA y Teleférico. El segundo objetivo es incorporar el uso de nuevas tecnologías, tales como los GPS y smartphones para la recogida de datos. Las velocidades recogidas en la aplicación han servido para analizar la accesibilidad del transporte público y privado.

Dentro del marco de la investigación se crearon encuestas longitudinales y los resultados de estas fueron utilizados para estimar modelos de demanda. Las encuestas longitudinales tuvieron el objetivo de medir los hábitos de uso de diferentes modos de transporte por los viajeros. Vía modelos de elección discreta se ha evaluado la competitividad entre modos. El efecto temporal fue reflejado a través de las diferentes olas, en las que el mismo encuestado completaba un diario de viajes en diferentes

períodos de tiempo. Esta recogida de datos representó una importante fuente de información en la República Dominicana. Se ha observado que los efectos latentes, por ejemplo, el sentido de la seguridad, afecta el uso del transporte público. Igualmente, los resultados mostraron efectos latentes de los usuarios de transporte publico originados por medidas de transporte post-pandemia COVID-19, ya que muchos usuarios se sentían cautivos del transporte público. Siendo diferenciados los efectos en el valor del tiempo de viaje debido a la pandemia (efectos temporales).

En una segunda etapa, se han desarrollado mapas de accesibilidad por sectores y estaciones de transporte público. Se ha generado una curva de impedancia basada en los datos recolectados. Se han creado modelos de redes neuronales para representar la distancia de viaje, a partir del 'Tipo de estación' y la 'Accesibilidad del barrio en hora pico'. En todo esto se pudo vislumbrar que, en el caso de la accesibilidad por estaciones, los resultados muestran un impacto significativo de la accesibilidad y multimodalidad en la distancia del viaje. Por otro lado, mejoras en la accesibilidad urbana en hora punta y las condiciones de acceso/egreso de las estaciones de transporte público han demostrado influenciar positivamente la distancia de los viajes realizados. De manera que, los ciudadanos podrían alcanzar destinos con mejores oportunidades.

Finalmente, la recogida de información a través de una aplicación junto con los modelos de accesibilidad es algo novedoso dentro del Gran Santo Domingo. Por ende, esperamos que a partir de esta investigación se abran oportunidades a otras exploraciones relacionadas dentro del país y dentro de Latinoamérica y el Caribe.

2. Revisión de literatura

En la red de transporte del Gran Santo Domingo, la oferta complementaria no siempre coincide con la red de transporte masivo (metro y teleférico) en términos de horario, ruta y ubicación de paradas. En países en desarrollo, la capacidad de caminar y la seguridad son factores importantes en la elección del modo y la ruta de transporte. Muchos residentes de bajos ingresos deben caminar o utilizar modos de transporte informal para llegar al transporte público principal, que a menudo requiere una alta inversión. Esta asimetría en los servicios dificulta el acceso al transporte público, por ende, hace falta una correcta modelización del transporte público y privado. La seguridad también es un factor importante, ya que la violencia en los corredores de tránsito disminuye la probabilidad de utilizar el transporte público (Tilahun et al., 2016).

Aún con las inversiones que se están realizando en el Gran Santo Domingo existen obstáculos importantes, tales como:

- La falta de sincronización entre los servicios de transporte público y carencia de ellos, lo que dificulta a los pasajeros la conexión entre vehículos como autobuses o coches compartidos y el metro.
- La capacidad de pasajeros del Metro de Santo Domingo también es un problema, ya que algunos trenes están operando al límite de su capacidad debido a la falta de vagones, lo que causa inconvenientes y retrasos en el servicio (La Paix Puello, 2018).
- La creación de más líneas del Metro es un proceso lento.

En ese sentido, se entiende como efecto INERCIA la resistencia que opone el individuo al cambio de modo de transporte, frente a la oferta de uno nuevo (Comendador, Di Ciommo y López-Lambas, s. f.).

Mientras, la accesibilidad es la facilidad de llegar a distintos destinos desde un mismo lugar (origen). La misma ha sido explicada en la literatura como una composición de componentes espaciales, temporales, de transporte e individuales, donde se utilizan datos de GPS y mediciones de acceso y salida (He et al., 2019).

3. Marco teórico

El proyecto inició durante la pandemia COVID-19, en 2019, desarrollándose en dos etapas. Primero, se realizaron encuestas (panel) sobre el viaje actual (preferencias reveladas) y escenarios hipotéticos de elección modal (preferencias declaradas). En estas encuestas participaron cerca de 1,200 encuestados, teniendo dos olas, pre y post implementación de las medidas COVID-19.

En la segunda etapa, se desarrolló y puso en marcha la aplicación móvil con el mismo nombre "INERCIA APP", para recogida de datos GPS. Esta app puede ser descargada por los ciudadanos para colectar viajes y características del mismo; por ejemplo, hora de salida/llegada, modo de transporte, motivo, rutas y localización geográfica continúa desde el inicio hasta la finalización del viaje. A través del uso de Sistemas de Información Geográfica (GIS) se realizó un análisis espacial de la accesibilidad al transporte público y privado del Gran Santo Domingo, que permitió desarrollar perfiles de accesibilidad de los barrios y las estaciones de transporte público.

3.1 Etapa 1: COVID-19 y un modelo de elección híbrida

En el año 2022 se realizó una investigación que exploró los patrones de elección de modo de transporte de la población de la ciudad de Santo Domingo (República Dominicana) antes y durante la pandemia de COVID-19 con base en datos de encuestas en línea entre usuarios del sistema de transporte elegidos al azar. La encuesta de tipo longitudinal/retrospectiva consistió en un experimento de elección declarada, preferencia revelada e indicadores psicométricos (La Paix Puello, 2022). En ella se desarrollaron modelos de elección híbridos que incluyeron dos variables latentes: la satisfacción con el transporte público y la respuesta a COVID-19.

En el modelo de elección híbrida, la elección del modo de transporte constituye la parte de elección discreta y la parte de variables latentes acomoda constructos de la encuesta de satisfacción.

Se construyeron dos variables latentes en función de las respuestas a las preguntas de satisfacción y el comportamiento de viaje afectado por la COVID-19. Para los modelos del 1 al 4, incluimos la variable latente de satisfacción, mientras que la variable latente de COVID-19 se agregó para el modelo 5.

3.2 Etapa 2: Recogida de información con la App Inercia

La aplicación Inercia rastreó exitosamente los movimientos de cerca de 500 usuarios. Los cuales recolectaron cerca de 10 viajes en promedio, para un total de 3,000 viajes aproximadamente

La aplicación consta de tres pasos: recolector, visualizador y editor, como se puede ver en la siguiente figura.

Figura 1: Aplicación INERCIA

Fuente: Elaboración propia

Los principales problemas que tuvo la recogida de datos fue la escasa participación de los ciudadanos para utilizar la aplicación, se debió de motivar a estudiantes en las aulas del INTEC para realizar los viajes. Además, la terminación de algunos detalles de la aplicación se retrasó por algunos meses y no se pudieron realizar por escaso personal preparado para ello, su contratación tomó tiempo y no todos los detalles planeados fueron afinados.

En base a los datos GPS, se desarrollaron curvas de impedancia y mapas de accesibilidad por sectores y estaciones de transporte público. Las curvas de impedancia ajustaron el análisis a la realidad urbana, por ejemplo, la reducida velocidad y congestión de nuestras calles. Se crearon curvas de impedancia tanto paras modos motorizados como no-motorizados. A su vez, estas curvas representaron la probabilidad de realizar un viaje según la distancia requerida. Posteriormente, se estimaron modelos de redes neuronales para predecir la distancia de viaje, a partir de la velocidad, el "Tipo de estación" y la "Accesibilidad del barrio en hora pico". Con la información se pudo vislumbrar que, existe un impacto significativo de la accesibilidad por estaciones y multimodalidad en la distancia del viaje. Por otro lado, mejoras en la accesibilidad urbana en hora punta y las condiciones de acceso/egreso de las estaciones de transporte público influencian positivamente la distancia de los viajes realizados en los distintos modos. De manera que, los ciudadanos podrían alcanzar destinos con mejores oportunidades si se mejora el acceso y egreso de las estaciones de transporte público".

4. Resultados

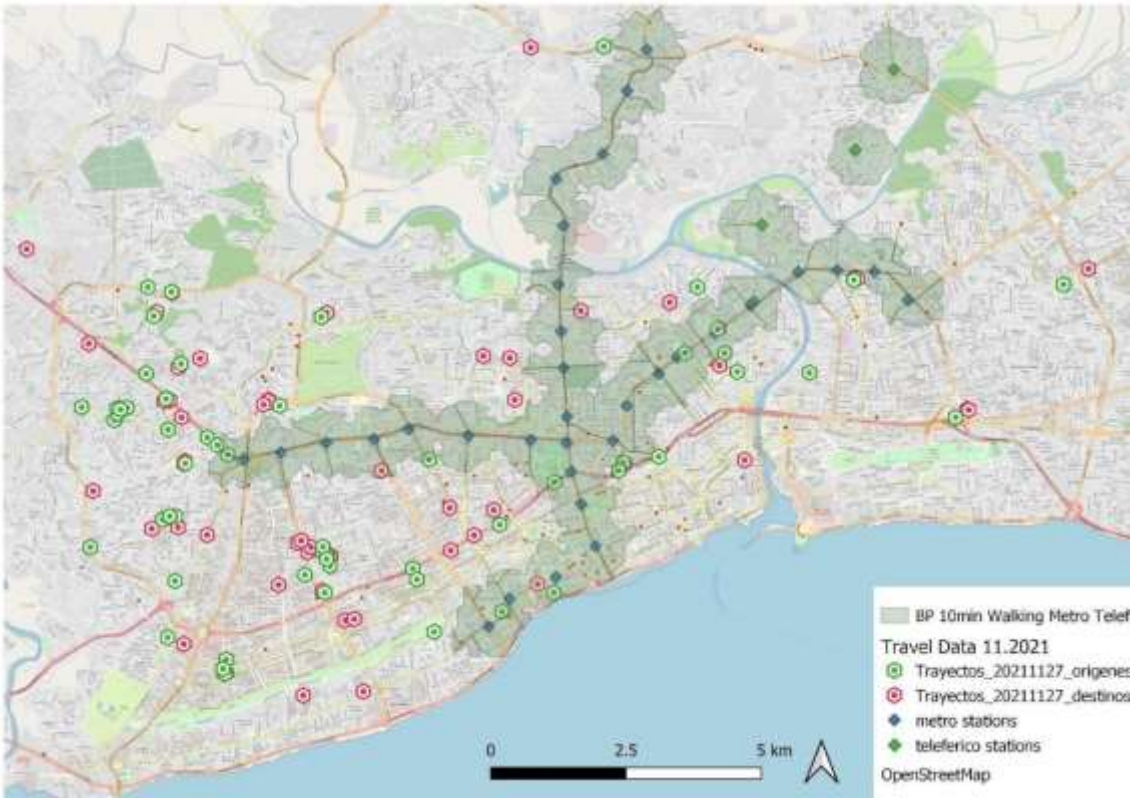
Los resultados arrojaron que existe un fuerte hábito de uso del vehículo privado en la población dominicana, incluso para personas de bajos ingresos. Las principales razones para el no uso de transporte público son la capacidad limitada y la falta de seguridad (incluyendo la de distanciamiento social). Otros resultados resaltan que tanto el costo como el tiempo son factores decisivos para elegir las modalidades del metro y de los autobuses OMSA, por lo que se produce una "cautividad modal" para los usuarios del transporte público durante la pandemia, por la falta de acceso a transportes alternativos. De ahí que, la autora sugiriera a los gobiernos instar a los operadores de estos transportes a no reducir la capacidad y frecuencia durante la pandemia.

Utilizando la aplicación se tienen hasta la fecha 478 usuarios, de los cuales se han registrado más de 63 usuarios con más de 10 viajes cada uno, lo que nos ha permitido determinar que la media de viajes por usuario es de 49. También que, el número de viajes recogidos durante la semana representa el 80% de la muestra, mientras que el

número de viajes realizados durante el fin de semana representa alrededor del 20%, lo cual es razonable. Asimismo, los viajes en automóvil representan el 60%; mientras que a los otros transportes motorizados (multimodales) y públicos le corresponde el 20% y los viajes a pie también el 20%.

Se utilizó el plugin de Travel Time Platform para crear Isochrones del alcance de las rutas del Metro y Teleférico de Santo Domingo, a 10 min caminando y a 10 min en bicicleta. Esto presenta la capacidad de alimentación que poseen estos dos métodos de transporte para el metro y teleférico. El mapa a continuación presenta el resultado del Isochrone de 10 minutos caminando desde las paradas del metro.

Figura 2: Isócronas

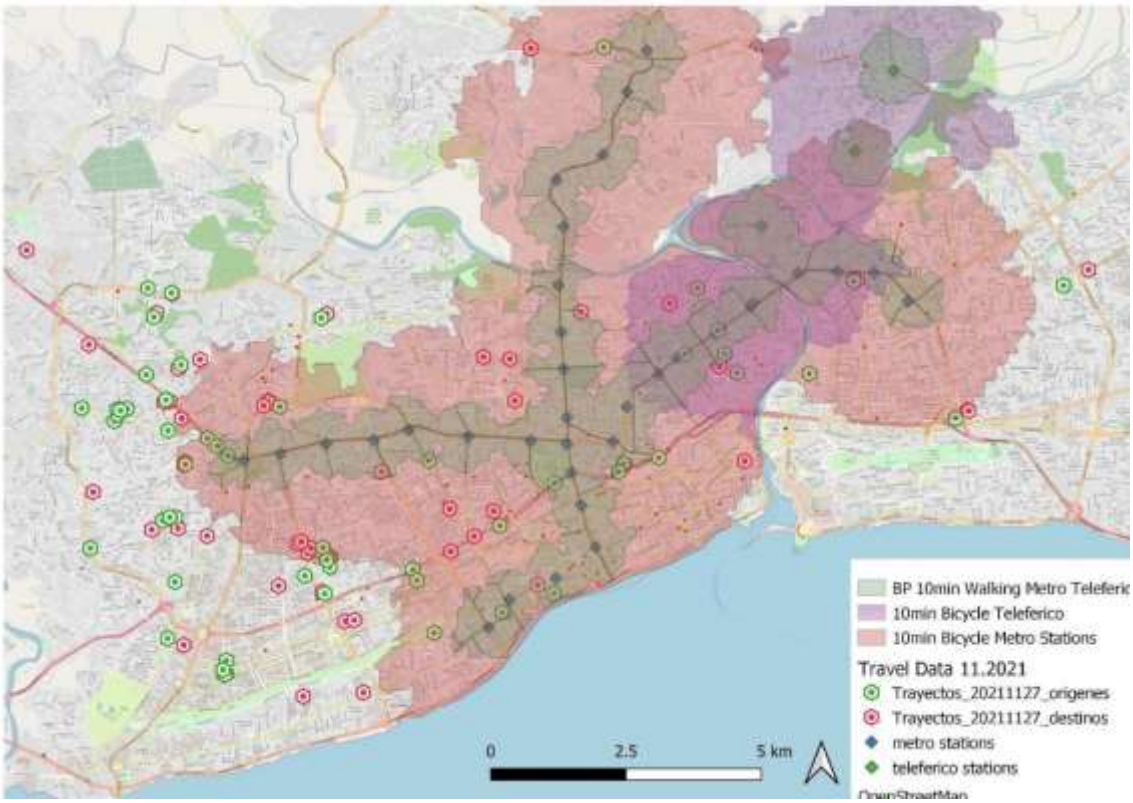


Fuente: Elaboración propia

Además, en QGIS se realizó un intersect con las capas de los barrios populares y se obtuvo los barrios populares servidos dentro del Isochrone, entre ellos se incluyen: Los Mina Norte, Bella Vista, La Julia, Guaricano, Los Ríos, Los Jardines, entre otros. También, basado en las áreas de intersección con los barrios populares se calculó la población estimada de personas servidas por este transporte dentro del isochrone creado. Se estima que 225,031 personas, en los sectores que intersectan con el isochrone, se encuentran a 10 minutos caminando de las estaciones de metro y teleférico del total de 772,468 que habitan en estos sectores. Pero, podemos notar en el mapa superior,

que la mayoría de los trayectos analizados durante las pruebas piloto se encuentran fuera del isochrone creado.
El mapa siguiente muestra la adición de un isochrone que representa 10 minutos de traslado en bicicleta desde las estaciones de metro y teleférico. Se observa que el alcance del transporte público incrementa significativamente y una gran parte de los orígenes y destinos se encuentran dentro del área de alcance. Esto demuestra el potencial que posee incorporar el ciclismo y otros métodos de multimodalidad para alimentar los servicios del metro y teleférico e incrementar el alcance de estas líneas de transporte masivas. Próximamente, se realizará este análisis para las rutas de OMSA y las rutas de transporte público no organizadas obtenidas mediante el proyecto Buzz.

Figura 3: Isócronas II



Fuente: Elaboración propia

Los valores de las velocidades teóricas de las isócronas eran de 10 minutos tanto para bicicleta como para el modo caminando. Luego de INERCIA hemos obtenido un promedio de dichos valores como se vislumbra en la tabla siguiente:

Tabla 1: Isócronas

Isócronas	**Bicicleta**	**Caminando**
Antes	10 min	10 min
Calculado por Inercia	51 min	23 min

Comparando los barrios servidos del pasado y del presente se realizó un intersect en QGis con las capas de los barrios populares y se calculó la población estimada de personas servidas por este transporte dentro del isochrone creado. Se estimó en el pasado que 225,031 personas, en los sectores que intersectan con el isochrone, se encuentran a 10 minutos caminando de las estaciones de metro y teleférico del total de 772,468 que habitan en estos sectores y que en caso de 23 minutos (valor medido en la app) caminando a la velocidad teórica de modo caminando se estima que (la cobertura sería) 570,611 (70%) de 772,468 personas que habitan en estos sectores.

Además, para el modo de bicicleta se estima en la actualidad que ronda las 572,395 personas en bicicleta de 772,468 personas que habitan en estos sectores, tomando en cuenta también los mismos modos.

5. Conclusiones

El estudio tuvo como uno de los objetivos analizar el impacto de la satisfacción con el transporte público y los efectos de la COVID-19 en las actitudes de viaje de una población de bajos ingresos en Santo Domingo, República Dominicana. Se identifican los efectos no observados relacionados con la pandemia en las valoraciones del tiempo de viaje, que afectan las tarifas y costos de transporte. Se destaca que las personas fueron más tolerantes con los retrasos en vehículos privados debido al menor riesgo de COVID, lo que resultó en una mayor sensibilidad al tiempo debido a los toques de queda. La satisfacción juega un papel clave en la elección del modo de transporte, y los niveles de satisfacción pública son bajos. Se sugiere mejorar la conectividad del transporte público para aumentar su uso. El estudio enfatiza la falta de resiliencia en los servicios de transporte en países en desarrollo ante desastres naturales y pandemias, y aboga por políticas de transporte más equitativas y seguras.

Se ha desarrollado la aplicación con acceso a recogida de datos de transporte público y privado. Se han realizado rigurosos análisis de los datos con miras a las publicaciones científicas. Posteriormente, se ha analizado el impacto de la accesibilidad basada en datos de GPS para modos motorizados y no motorizados en la distancia recorrida por los usuarios del transporte público y privado en los países en desarrollo. Hemos desarrollado una curva de impedancia que muestra viajes de hasta 90 minutos (1 hora y media) en transporte motorizado. Sin embargo, el 50% de los viajes recolectados muestran una duración de hasta 27 minutos, y 18 minutos en modos motorizados y no-motorizados respectivamente. Igualmente, la aplicación ha recogido velocidades de modos motorizados y no- motorizados, mostrados amplias diferencias en horas pico y valle en la ciudad de Santo Domingo. Se han construido modelos de

accesibilidad para cada tramo horario. Nuestras velocidades son bajas en general y no cambian mucho entre hora pico y hora valle siendo la media recortada del modo auto 9.75 para la hora valle y 8.42 para la hora pico. El número de observaciones de cada grupo es 338 para la hora pico y 1460 para la hora valle. Siendo estas una detección directa en la mayoría de los casos.

Desde la perspectiva del transporte, se encontró que el principal modo de transporte tenía una fuerte asociación con los tiempos de viaje y la velocidad. Además, la accesibilidad urbana de los sectores y las condiciones de acceso/egreso de las estaciones de transporte público ha demostrado influenciar la distancia de los viajes realizados.

6. Referencias Bibliográficas

Comendador, J., Di Ciommo, F., & López-Lambas, M. E. (s. f.). *Habit o cómo medir la subjetividad en la movilidad en transporte urbano*. Recuperado de https://oa.upm.es/20060/1/INVE_MEM_2012_143121.pdf, 11 de septiembre de 2023

Guzman, L. A., Cantillo-Garcia, V. A., Oviedo, D., & Arellana, J. (2023). How much is accessibility worth? Utility-based accessibility to evaluate transport policies. *Journal of Transport Geography*, 112, 103683. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103683

He, H., Ponce-Lopez, R., Diem Trinh, L. T., Ferreira, J., & Zegras, P. C. (2019). Representing accessibility in property valuations and willingness-to-pay. . *Transportation Research Procedia*, 41, 617-620. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.09.110

La Paix Puello, L. (2018). Recogida de datos y modelización de la demanda de transporte en la República Dominicana: Revisión de literatura. *Ciencia, Ingenierías y Aplicaciones*, 1(1), 79-98. https://doi.org/10.22206/cyap.2018.v1i1.pp79-98

La Paix Puello, L. (2022). Impact of COVID-19 restrictions on mode use and mode captivity the city of Santo Domingo in Latin America. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 13, 100515. https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100515

Tilahun, N., Thakuriah, P. (Vonu), Li, M., & Keita, Y. (2016). Transit use and the work commute: Analyzing the role of last mile issues. *Journal of Transport Geography*, 54, 359-368. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.06.021

ORGANIZACIÓN, GESTIÓN, EQUIDAD, INTEGRACIÓN Y ACCESIBILIDAD EN EL TRANSPORTE PÚBLICO DE AMÉRICA DEL SUR

Francisco Antonio Gallardo Balcázar
Empresa de Transportes y Servicios San Antonio S.A., Lima, Perú. francisco.gallardo08@hotmail.com

Edvin Santiago Capillo Reynaldo
Edsa Asociados S.A.C., Lima, Perú, ecapillo@edsa.pe

Sandra Karina Mejia González
Edsa Asociados S.A.C., Lima, Perú, kmejia@edsa.pe

RESUMEN

El presente trabajo se va a centrar en cómo se encuentran estructuradas las Ciudades más importantes de América del Sur como son el caso de Bogotá - Colombia, Buenos Aires – Argentina, Curitiba – Brasil, Lima – Perú, Santiago de Chile y Quito – Ecuador. Como se desenvuelven en materia de organización dentro del transporte público. Haciendo énfasis entre un antes y después de cada ciudad y como se encuentran al día de hoy en materia de Transporte y que mecanismo o incentivos cuentan estas ciudades para impulsar este sector que movilizan a millones de usuarios. Asimismo, lo importante de contar con un sistema de transporte seguro, optimo, autosostenible y eco amigable con el medio ambiente.

1. Introduccion

América del Sur, ha presentado en los últimos 30 años un crecimiento desmedido de su población, lo que ha conllevado a saturar ciudades de manera demográfica y en materia de transporte a crear o generar desigualdades, caos, inseguridad y sobre todo contaminación ambiental. Todo esto último de manera desmedida y bulliciosa, donde el sector del transporte público enfrenta desafíos y demandas que crecen día a día, por un mejor servicio y ser eco amigable con el medio ambiente. Pero actualmente se nota un cambio en conducta y esfuerzos por parte de todos los autores del transporte desde los transportistas o transportadores, autoridades o gobiernos y público usuario por contar con un servicio de transporte público de pasajeros eficiente y sostenible.

Para lograr ello, es necesario hacer toda una planificación y abordar temas tan importantes como son el cambio climático y las condiciones de acceso para garantizar e implementar un servicio adecuado, asequible y de calidad para los miles de usuarios de cada región.

Por tal motivo, el presente trabajo va a desarrollar como se encuentran al día de hoy las ciudades de América del Sur como: Bogotá, Buenos Aires, Curitiba, Lima, Santiago de Chile y Quito, y que mecanismos han implementado hasta el día de hoy para poder mejorar su transporte local y regional para el beneficio del público usuario.

2. Bogotá – Colombia

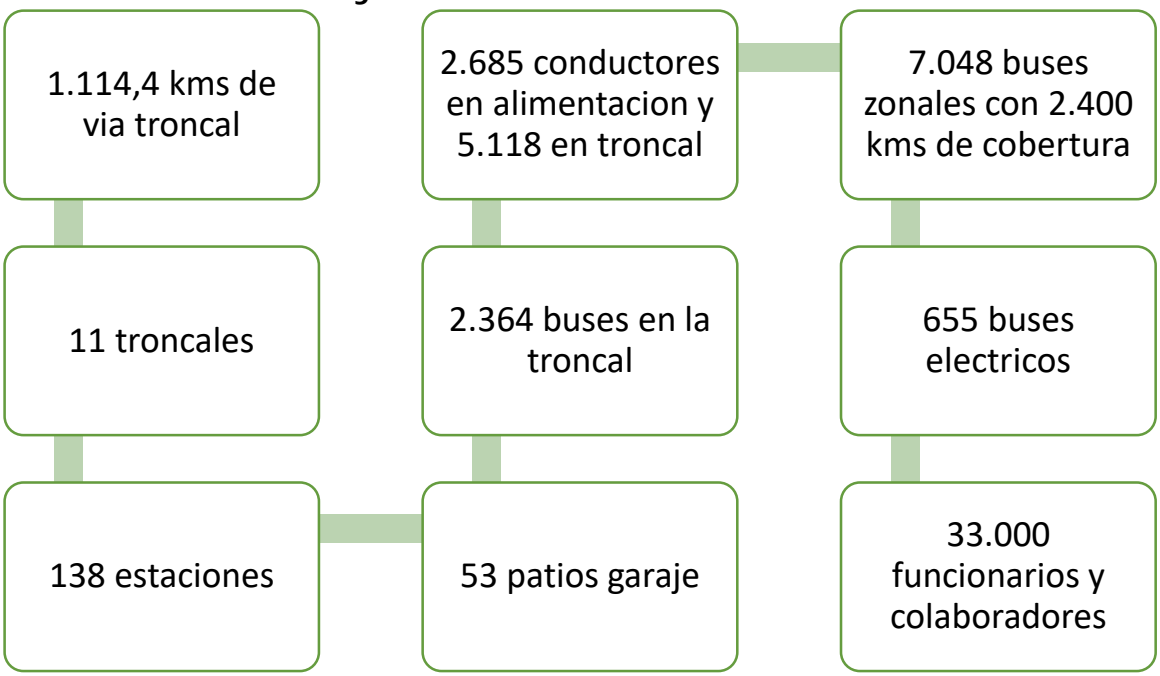
Como todas las ciudades de América Latina, Bogotá presento un crecimiento en extensión y número de habitantes, paso de una población de 100,000 habitantes a una población de 6, 500,000 a inicios del siglo XXI, lo que repercutió en el aumento del parque automotor y una infraestructura vial no idónea para la época, donde el transporte colectivo en su mayoría por empresarios privados de manera anárquica, costosa e insostenible aumentaban más esta crisis.

En consecuencia, así nace la solución al problema que aquejaba a millones de colombianos de la ciudad de Bogotá, donde el principal pilar era aumentar los niveles de competitividad dentro la región, así nace Transmilenio S.A. ente gestor del sistema, entidad encargada de coordinar, planear, gestionar y controlar la prestación del servicio público de transporte masivo urbano de pasajeros. (Recuperado de: https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/146028/historia-de-transmilenio/) (01/01/2024)

Transmilenio cuenta con una estructura administrativa funcional mixta, donde la infraestructura de las vías y estaciones se desarrollan con recursos públicos, así como la planificación, administración y organización del sistema. Sin embargo, los vehículos son propiedad privada.

Actualmente, el sistema cuenta y está compuesto como se muestra en la figura 1.

Figura 1: Cifras del sistema Transmilenio



Fuente: Elaboración Propia

Los beneficios y ventajas de Transmilenio son en reducir la contaminación, tener mayor seguridad, reducir los tiempos de viaje y aumentar la calidad de vida de los usuarios.

Hoy en día Transmilenio y la implementación de su sistema lo consolidan como un referente mundial en materia de movilidad, donde la calidad, eficiencia, sostenibilidad e innovación son sus principales pilares para garantizar equidad, integración e igualdad de oportunidades entre sus ciudadanos. A esto se le suma, el TransMiCable que representa un modelo nuevo de transporte; de desarrollo urbano y social, que mejora y beneficia la calidad de vida de los usuarios que utilizan este medio de transporte.

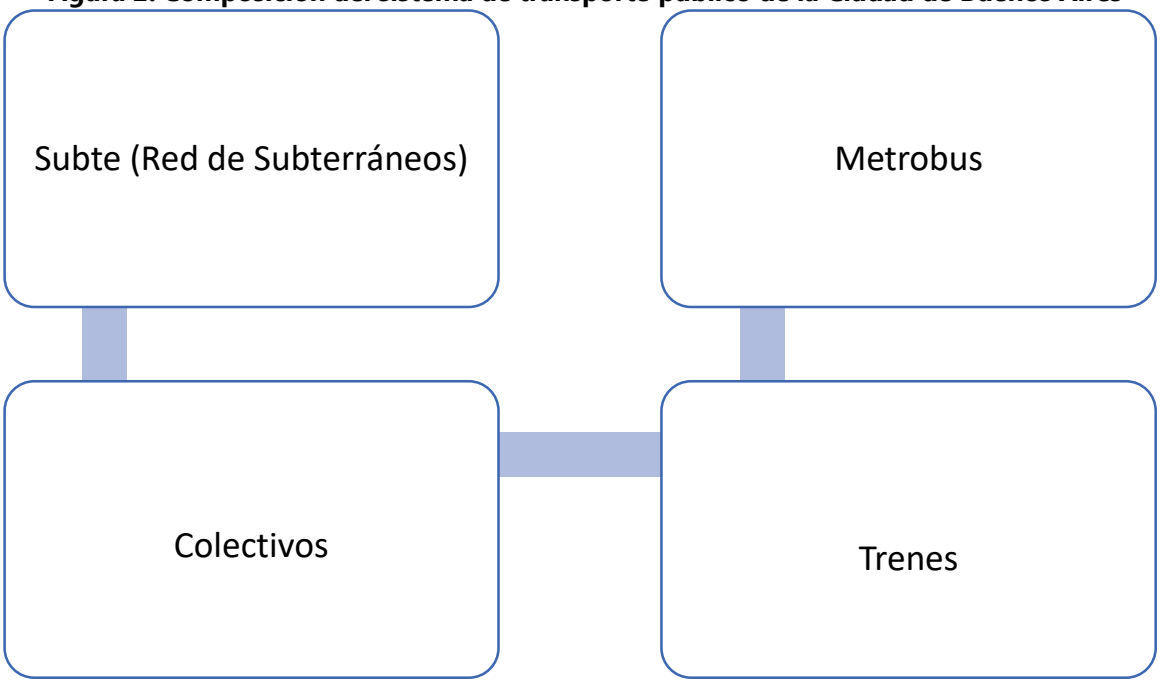
3. Buenos Aires – Argentina

Buenos Aires como toda ciudad Cosmopolitan es considerada una ciudad muy intensa ya que concentra el 35% de la Población Nacional y el transporte público se ha vuelto un problema; por ello, este se ha convertido en una pieza clave para desarrollar y llevar acabo un bien económico en toda la Ciudad.

Si nos referimos a la oferta de transporte que ofrece Buenos Aires, esta es muy extensa, ya que cuenta con una red de buses que cubre aproximadamente el 80% de los viajes. Este efecto es gracias al acompañamiento y políticas por parte desde el Gobierno Central, que ejecuta y gestiona todas las políticas referente al transporte en cada región de Argentina, y los esfuerzos de diseño, ejecución, control técnico y norma jurídica en el transporte público que la Provincia de Buenos Aires regula, da como resultado un Sistema que Integra todos los modos de transporte público de la ciudad de Buenos Aires, facilitando la movilidad para los usuarios que recorren mayores distancias a través de la RED SUBE. (Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/redsube/preguntasfrecuentes) (01/01/2024)

Actualmente, el Sistema o Red de Transporte Público de la Ciudad de Buenos Aires está compuesto de acuerdo como se muestra en la figura 2.

Figura 2: Composición del sistema de transporte público de la Ciudad de Buenos Aires



Fuente: Elaboración Propia

Una agenda muy importante para la Provincia de Buenos Aires es garantizar una igualdad y equilibrio entre todos los usuarios directos del sistema de transporte público, con el fin de garantizar la cohesión social, la estabilidad política, la seguridad urbana y así, obtener mejores accesos y oportunidades en espacios más prósperos y habitables para la ciudad.

4. Curitiba – Brasil

Curitiba la capital del Estado de Paraná, desde la década de los setentas ha implementado diversas estrategias para enfrentar las grandes demandas del transporte urbano que generaba el acelerado crecimiento demográfico de la ciudad. (Recuperado de: https://redeus.org/plataforma-idus-2-red-integrada-de-transporte/) (01/01/2024)

Curitiba se convirtió en una ciudad con alto reconocimiento nacional e internacional por sus soluciones urbanas innovadoras, ya que ha sabido integrar un adecuado plan de transporte que es responsable y sostenible para la ciudad, lo que lo convierte en fácil y conveniente. Por ello, fue la primera ciudad en implementar un sistema de transporte rápido e integrado de buses en el mundo conocido como BRT. En consecuencia, es en el año 2000 donde se corono como ejemplo de urbanismo sostenible para Latinoamérica.

Actualmente, el sistema de transporte de la ciudad de Curitiba cuenta con más de 72 kilómetros de vías exclusivas, las cuales se alimentan de líneas de transporte secundarias que integran la red principal, mediante el pago de una tarifa única. La experiencia de Curitiba se ha convertido en un referente para la implementación de otros sistemas integrados en el mundo. El ente encargado de aprobar normas y regular el transporte público de la ciudad es la PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA.

Hoy en día los esfuerzos de la ciudad brasileña y de la PREFEITURA se centran en los pasajeros con discapacidad en brindarles mejores condiciones y accesos al sistema lo que garantiza un sistema de transporte inclusivo y equitativo para todos los usuarios que utilizan el sistema.

5. Lima – Perú

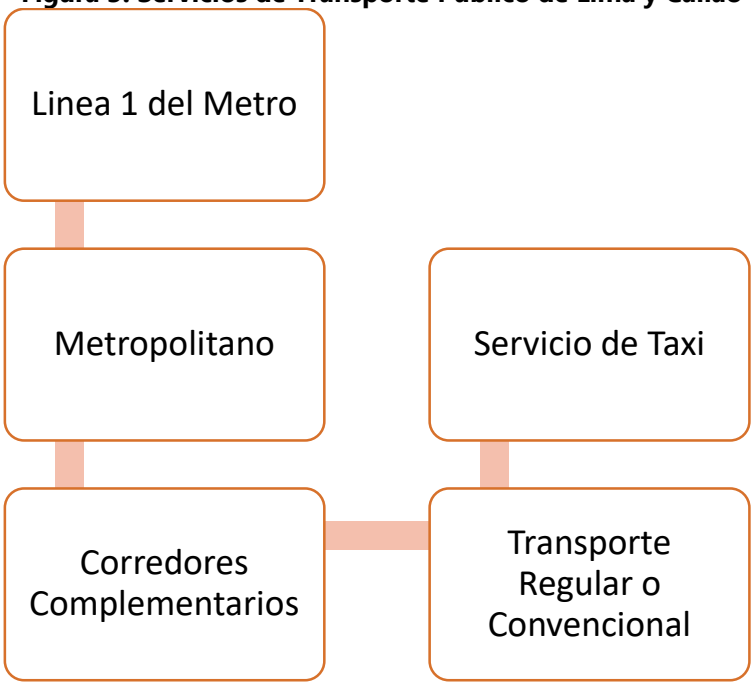
Lima una ciudad con más de 10 millones de habitantes, con un sistema de transporte público considerado deplorable para la ciudad son las consecuencias de

más de 20 años de un estado y autoridades ausentes, perjudicando el desarrollo económico, el retraso del sector y sobre todo afectando la calidad de vida de los usuarios de Lima y Callao.

Desde el año 2018 se creó la AUTORIDAD DE TRANSPORTE URBANO (ATU) para Lima y Callao, con el fin de regular y supervisar el transporte público de la ciudad; a través, de la implementación de un SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE, que garantice un mejor servicio y eficiencia en la movilidad urbana. Y es así, como se dejó de lado la GTU de Lima y Callao que eran administradas por la Municipalidad de Lima y Callao respectivamente, estos municipios solo lograron aumentar la Informalidad que es hoy es perenne en la ciudad y la distorsión del sistema del transporte urbano limeño, ya que no generaban y ni garantizaban una estabilidad jurídica en el mediano o largo plazo para las empresas de transporte regular quienes transportan más del 80% de la población de Lima y Callao.

Actualmente, el Sistema de transporte publico de Lima y Callao está compuesto por los siguientes servicios como se muestra en la figura 3.

Figura 3: Servicios de Transporte Público de Lima y Callao



Fuente: Elaboración Propia

Hoy en día lo que necesita la ciudad Lima y Callao es una REFORMA TOTAL del sector que garantice no solo la prestación de un buen servicio, sino que se brinde las herramientas y parámetros adecuados para que las Empresas de Transporte Regular o Convencionales que transportan más del 80% de la población limeña formen parte de esta Nueva Reforma. Actualmente, se está generando y brindando

una serie de mecanismos como son las Condiciones de Acceso y Permanencia que ATU está implementando para las Empresas Regulares y así obtener la gran mencionada Estabilidad Jurídica, pero todo ello es factible si la Autoridad se compromete a erradicar la Informalidad que atenta contra las inversiones del corto y mediano plazo a eso sumarle una adecuada política de chatarreo que garantice la Renovación de Flota por unidades de Energías Limpias como son los Buses a GNV o Buses Eléctricos como lo hay y operan en la región. En consecuencia, esto va a garantizar una mayor sostenibilidad en el sistema, va a aumentar la seguridad en el sector, va a reducir las brechas de desigualdad e equidad que existen en la sociedad y va a generar un mayor crecimiento económico y social en beneficio de todos los usuarios de la ciudad de Lima Metropolitana.

6. Santiago de Chile

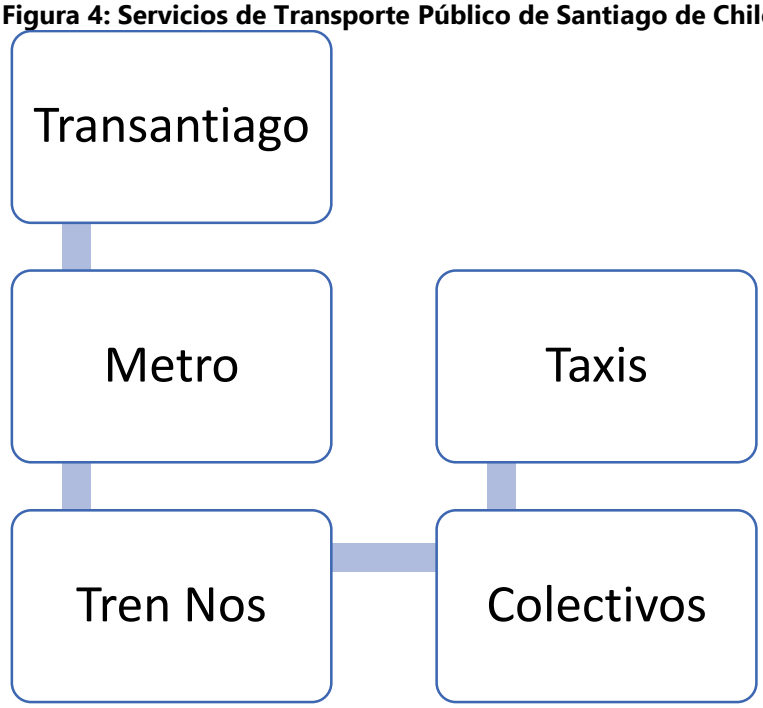
Ha fines de la década de los noventas, el sistema de transporte público de Santiago de Chile, presentaba problemas muy graves como: poca oferta ante la alta demanda de usuarios, deficiencias en la organización del sistema de autobuses de esa época, informalidad y poca gestión empresarial, altos índices de contaminación y de accidentes relacionados con los autobuses.

Y es así que, en el año 2000, el gobierno creo un Plan de Transporte Urbano para Santiago, a través de la Secretaría de Planificación de Trasporte (SECTRA), organismo que se encarga de promover el desarrollo de sistemas eficientes, seguros y sustentables, con definición de políticas y normas que contribuyan a la integración económica del país y asegurar la calidad de servicio para los usuarios. Por ello, Este Plan contemplaba una transformación general del sistema de transporte público, lo que generó una serie de complejidades para la ciudad y a todos los involucrados en el sector.

Es a través del Banco Mundial quien respaldo la ejecución de la reforma del transporte público para respaldar este difícil proceso de transformación. (Recuperado de: https://www.bancomundial.org/es/results/2013/04/11/Urban-Transport-in-Santiago) (01/01/2024)

El Sistema de Transporte Público de Santiago de Chile está compuesto como se muestra en la figura 4.

Figura 4: Servicios de Transporte Público de Santiago de Chile



Fuente: Elaboración Propia

En la Actualidad, la ciudad de Santiago de Chile ha incorporado a su Sistema de Transporte Público Urbano de Pasajeros alrededor de 2.000 buses eléctricos, una gran muestra y apuesta por la electromovilidad, que va a contribuir en el desarrollo social y económico de la ciudad. Generando mayor igualdad y equidad dentro de los usuarios que utilizan el sistema; y asimismo, mejorando la calidad de vida de los usuarios y del medio ambiente.

7. Quito – Ecuador

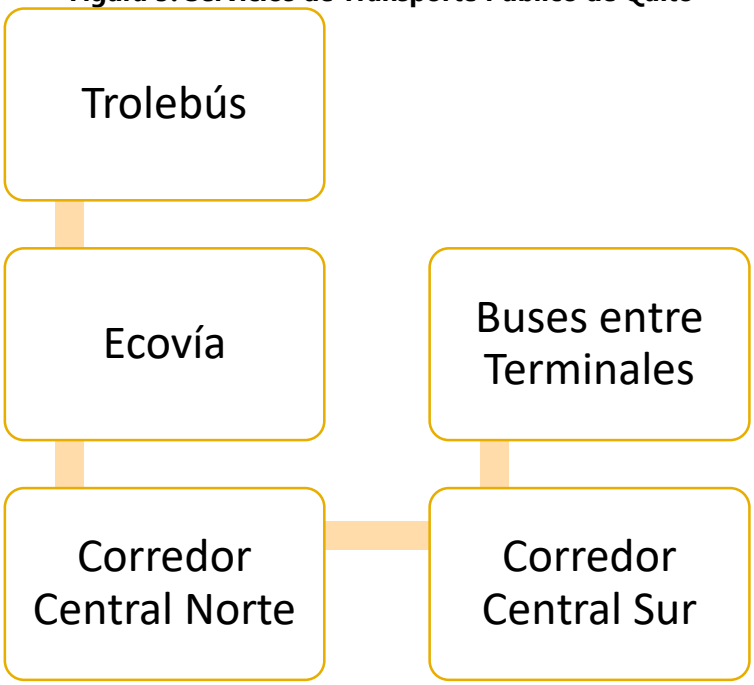
Desde 1995 la Ciudad de Quito puso en marcha el primer Corredor Central Trolebús, hoy en día una ciudad con más de 3 millones de habitantes, donde el Municipio de Quito es el organismo responsable del transporte urbano y colectivo del Distrito. La estructura con que cuenta el Municipio para la implementación y seguimiento de los proyectos referentes al sector transporte, es a través de las siguientes entidades: Secretaría de Movilidad de Quito, Autoridad Única de Transporte, Empresa Pública Metropolitana Metro de Quito (EPMMQ), Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros de Quito (EPMTPQ), Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMOP) y la Agencia Metropolitana de Transito (AMT).

Toda esta estructura que tiene la Municipalidad de Quito, es clave para el proceso de transformación y modernización de la ciudad, ya que son las bases para implementar un adecuado Sistema Integrado de Transporte. (Recuperado de: https://americadosul.iclei.org/wp-content/uploads/sites/78/2023/08/casestudy-quito-equador-es-vf.pdf:) (01/01/2024)

Con un Sistema Integrado y un Plan de Desarrollo que entro en vigencia desde febrero 2021, que busca mejorar la calidad del servicio y generar una movilidad interconectada.

El Sistema de Transporte de la Ciudad de Quito está compuesto como se muestra en la figura 5.

Figura 5: Servicios de Transporte Público de Quito



Fuente: Elaboración Propia

Una ciudad que ha experimentado varios cambios entre los últimos 15 años, el Municipio plantea una serie de medidas que viene implementando desde el año 2021, que hoy son una realidad como el monitoreo y control de flota por GPS, un Sistema de Recaudo Único y la Incorporación de vehículos de Cero Emisiones. Todo esto para beneficio de los 3 millones usuarios que tiene la Ciudad de Quito y aumentar sus niveles de Competitividad, Integración, Igualdad y lo más importante Calidad en el Servicio de Transporte de la Ciudad.

8. Referencias bibliográficas

(Recuperado de: https://americadosul.iclei.org/wp-content/uploads/sites/78/2023/08/casestudy-quito-equador-es-vf.pdf:) (01/01/2024)

(Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/redsube/preguntasfrecuentes) (01/01/2024)

(Recuperado de: https://www.bancomundial.org/es/results/2013/04/11/Urban-Transport-in-Santiago) (01/01/2024)

(Recuperado de: https://www.caf.com/es/temas/o/observatorio-de-movilidad-urbana/ciudades/buenos-aires/) (01/01/2024)

(Recuperado de: https://es.brazilianexperience.com/el-sistema-de-transporte-urbano-de-curitiba/) (01/01/2024)

(Recuperado de: https://www.gba.gob.ar/transporte) (01/01/2024)

(Recuperado de: https://www.gob.pe/atu) (01/01/2024)

(Recuperado de: https://pasaportenomada.es/como-desplazarse-en-santiago-de-chile-guia-de-transporte/) (01/01/2024)

(Recuperado de: https://www.pedelta.com/transmicable-de-bogota-p-50-es) (01/01/2024)

(Recuperado de: https://www.planv.com.ec/historias/urbano/la-mejora-del-transporte-publico-quito-le-apuesta-la-tecnologia) (01/01/2024)

(Recuperado de: https://redeus.org/plataforma-idus-2-red-integrada-de-transporte/) (01/01/2024)

(Recuperado de: https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/146028/historia-de-transmilenio/) (01/01/2024)

(Recuperado de: https://www.urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/rede-integrada-de-transporte) (01/01/2024)

PLAN DE ACCIÓN PARA INCORPORAR LA PERSPECTIVA DE GÉNERO EN PROYECTOS DE TRANSPORTE PARA LA ZONA METROPOLITANA DE MONTERREY

Jesús Ramón Uzcátegui Miranda
ALATPU Venezuela, San Pedro Garza García, Nuevo León, México. urbanocity2021@gmail.com

Celia Marilyn Herrera Torres
SOTRAVIAL, Caracas, Venezuela. cherrera@unimet.edu.ve

RESUMEN

En 2020, y a propósito de la elaboración de un proyecto de electromovilidad para el transporte público en el Estado de Nuevo León, en México, patrocinado por la Agencia de Cooperación Alemana – GIZ, mediante asesoría proporcionada por el *C40 Cities Finance Facility*, se consideró entre los alcances, un Plan de Acción para incorporar la perspectiva de género (PEG) en proyectos de transporte para la Zona Metropolitana de Monterrey (ZMM), que incluyó un diagnóstico.

En él, se verificaron algunas cosas como limitantes, entre ellas: el estado de avance en la formulación del proyecto en cuestión que no contemplaba de inicio el enfoque PEG; la información documental e institucional disponible al público; el acceso a información detallada y registro de acciones realizadas que contribuyeran con la PEG.

Este trabajo pretende presentar un análisis completo de PEG en el transporte, tomando como referencia de análisis un proyecto específico, que en este caso se trata de tres rutas alimentadoras al sistema metro de Monterrey. Sobre este particular, vale resaltar que el proyecto se quedó simplemente elaborado, mas no se ejecutó por parte de las autoridades estatales de Nuevo León. Sin embargo, a efectos del presente documento, sirvió como caso de estudio, y se tomó como base el documento "Plan de acción para incorporar la perspectiva de género en proyectos de transporte: Zona Metropolitana de Monterrey", elaborado en diciembre de 2020, por parte de *C40 Cities Finance Facility, Deutsche Gesellschaft für y Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH*, para el gobierno del Estado de Nuevo León.

1. Contextualización

Del Plan de Acción para incorporar la perspectiva de género (PEG) en proyectos de transporte para la Zona Metropolitana de Monterrey, realizado en 2020, se tienen algunos de los hallazgos, entre los más importantes, en cuanto a la movilidad cotidiana de la ciudad:

- En el caso del transporte escolar, tanto los hombres como las mujeres prefieren desplazarse caminando a la escuela, esto en gran medida debido a que no recorren distancias tan largas, ya que los centros de estudio están cercanos a los hogares de los escolares. Tanto la mujer como el hombre estudiante que tiene una edad superior a 25 años, prefieren utilizar el vehículo particular para desplazarse. Adolescentes que estudian bachillerato y que tienen una edad menor de 18 años, utilizan mayormente el transporte público.
- En cuanto a la movilidad al trabajo, el 38.29 % de la población ocupada se traslada a su empleo en vehículo particular, le sigue el transporte público (individual y colectivo) con un 36.11 %, el 10.74 se desplaza caminando, el 8.7 % en transporte laboral (privado, puesto por la empresa) y el 2.55 % en el metro. Esto indica que la mayoría de la población ocupada utiliza el transporte público para desplazarse a sus centros laborales. Existe un gran porcentaje de hombres que trabajan sin pago que se desplazan caminando a sus centros de trabajo, mientras que las mujeres con esta misma característica, la gran mayoría lo hace en vehículo particular. Generalmente, las mujeres utilizan el transporte público para ir al trabajo, mientras que los hombres utilizan el vehículo particular y el transporte privado laboral.
- Respecto a la inseguridad vial, las mujeres peatones y en edad productiva son las que más mueren en hechos de tránsito; de las 600 defunciones registradas se calcula que el 47 % corresponden a peatones femeninas, el 30.3 % son personas conductoras o acompañantes y el 18.8 % a motociclistas. Cabe destacar, que en general, Nuevo León registra el mayor porcentaje de siniestros viales en todo el país.

Ahora bien, yendo a cifras generales, en México, Nuevo León y en su zona metropolitana, la violencia contras las mujeres es una problemática social extendida y multidimensional que tiene distintas manifestaciones a nivel físico, sexual, psicológico, económico y que impacta negativamente a la salud pública, la seguridad, la economía y la estabilidad social general, así como el desarrollo personal y social de las mujeres.

La violencia contra las mujeres ocurre tanto en el espacio público como privado y responde a arraigadas estructuras y normas sociales construidas con base en sexo y las desigualdades y discriminación que sitúan a las mujeres en una posición de especial vulnerabilidad. Específicamente, en Nuevo León se registra que un 59.3% de las mujeres ha sido víctima de algún tipo de violencia.

La Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE) 2019, estima que la tasa de víctimas por cada cien mil habitantes en el estado de Nuevo León fue de 25 mil 776 hombres y 24 mil 553 mujeres. Uno de los delitos más frecuentes en Nuevo León es el robo o asalto en calle o transporte público, donde se dan de 5 mil 571 delitos de este tipo por cada 100 mil habitantes, es decir el 20 % del total de delitos que se cometen en esta entidad. Por otra parte, el 51.3 % de la población de la ZMM se siente insegura en el transporte público. En términos de sexo, las mujeres se sienten más inseguras que los hombres en el transporte público, el 55.1% de ellas piensan que sufrirán un delito contra un 42.2% de los hombres.

Luego del diagnóstico incluido en la evaluación PEG antes citada, se identificaron algunas áreas de oportunidad, entre las que destacan: la necesidad de llevar la perspectiva de género más allá de los datos segregados, encontrando también diferentes variables de correlación que expliquen y muestren la experiencia integral del viaje de las mujeres por la ciudad; las instituciones dedicadas a las políticas y a la operación del transporte, siguen siendo áreas de trabajo dominadas por hombres en la toma de decisiones principales; y debe reducirse la brecha entre mujeres y hombres, siendo posible a través de la socialización de los proyectos, pues de ello derivan líneas exploratorias para el monitoreo y la evaluación de la calidad del servicio del transporte, al hacer partícipe a todas las personas en el ciclo de proyecto y propiciar mecanismos de comunicación y retroalimentación, que en el mediano plazo se reflejarán en la percepción de seguridad con respecto al sistema de transporte y el entorno urbano inmediato.

2. Marco conceptual

En los últimos años ha tomado relevancia la perspectiva de género en diversas disciplinas de la administración pública. Se han creado una serie de leyes, herramientas, procedimientos, protocolos, entre otras, para implementarla tanto dentro de las instituciones, como hacia afuera, para que ésta se vea reflejada en mejoras en la calidad de vida de las mujeres y niñas.

También, son cada vez más los esfuerzos de implementar la perspectiva de género en proyectos urbanos, incluido el transporte. Sin embargo, estos tienen una complejidad que es un reto en países latinoamericanos con altos índices de violencia contra las mujeres, con instituciones y sectores con predominancia masculina, conllevando un esfuerzo superior desde el diseño y hasta la implementación efectiva de la perspectiva de género, incluyendo programas y lineamientos institucionales cuyo objetivo implique transformar desde su interior las diversas instituciones, organismos y entes

públicos y privados para lograr la inclusión de las mujeres en el ámbito laboral, ofreciendo espacios seguros, libres de acoso y violencia sexual, y la erradicación de todo tipo de conductas contrarias a los derechos humanos de las personas, que brinden a las mujeres espacios seguros para ejercer su derecho al empleo.

Cuando las instituciones están convencidas de la necesidad de aplicar la perspectiva de género en los proyectos de transporte, las preguntas más frecuentes son: ¿Qué quiere decir en la práctica incluir la perspectiva de género en los proyectos? ¿Por dónde empezamos?

Yéndonos al caso específico de análisis, que es el proyecto de 3 rutas alimentadoras de la línea 3 del Metrorrey (sistema colectivo de transporte de Monterrey), que se plantearon como en el marco de la electromovilidad, se toma como referencia para la aplicación de una metodología que permita dar respuesta a las preguntas antes planteadas.

La política pública con perspectiva de género aplicada a proyectos de transporte debe verse de forma integral, pero también debe ubicarse como acciones específicas en etapas específicas con distintos niveles de priorización para impactar exitosamente en la realidad de las mujeres usuarias entendiendo contextos particulares. Por ejemplo, si en un contexto las mujeres se sienten inseguras a falta de seguridad pública en la calle o de actividades que activen el espacio urbano, resultará fundamental establecer medidas de desarrollo urbano que mejoren las interacciones y la vida en ese espacio o polígono.

2.1. Características de los viajes de las mujeres

De acuerdo con el estudio Lineamientos para desarrollar el Plan de Acción de Género para el Eje 8 Sur (Corres, 2018)[29], a nivel mundial las mujeres son quienes en su mayoría usan el transporte público, realizan más viajes al día y viaja en distancias más cortas, debido a que las mujeres trabajan más cerca de casa para cumplir con las labores de cuidado. En el mismo estudio se establece que el viaje de las mujeres se caracteriza como una "cadena de viajes", resultado de las tareas de cuidado que realizan. Estas tareas de cuidado implican que en los viajes se incluyan paradas a diversos equipamientos o establecimientos relacionados con las tareas de cuidado, tales como hospitales, farmacias, acompañamiento a niños y niñas a la escuela, cuidado de una persona enferma o la adquisición de bienes o servicios para el hogar.

[29] Lineamientos para desarrollar un Plan de Acción de Género para el Eje 8 Sur, documento elaborado por C40 Cities Finance Facility (CFF) en colaboración con Dana Corres, consultora en género y urbanismo. Ciudad de México, México. Octubre 2018.

Asimismo, *Zucchini* (2015)[30] establece que la movilidad está estrictamente relacionada con la actividad del individuo, lo cual es independiente de que se trate de trabajo remunerado o no. La demanda de transporte es una demanda derivada, es decir, "la gente no viaja por el hecho de viajar, sino que los viajes surgen por la necesidad de realizar actividades en lugares distantes" (Raveau, 2018).

Como bien lo indica *Zucchini,* la movilidad de las mujeres está fuertemente condicionada por el papel socio-económico que desempeñan en la sociedad; son las mujeres quienes se ocupan del bienestar de las personas que habitan en una misma vivienda y, por lo tanto, de la familia en sí. Por ello y como bien se ha indicado en diversos estudios, las mujeres tienen una doble jornada al ocuparse tanto en el empleo (como una actividad que se reconoce en el ámbito de lo económico), como del trabajo del hogar (que no es remunerado ni se reconoce como una actividad productiva que contribuye con el PIB). Por último, *Zuchinni* también resalta que la gestión del territorio y la accesibilidad, entendida como el grado de dificultad con que se llega a un lugar en términos de distancia y tiempo empleados en el desplazamiento, son factores que influyen en la movilidad de las mujeres.

Resultado de lo anterior, es que se presentan diferencias en los viajes entre hombres y mujeres, considerando las actividades a realizar, la doble jornada o responsabilidades socialmente asignadas, y la accesibilidad a una movilidad eficiente.

Los sistemas de transporte constituyen un punto medular para que las ciudades se movilicen y constituyen el medio para que se lleven a cabo las actividades que sostienen esa ciudad: alimentarse, trabajar, estudiar, pasear, cuidar (entendiendo el cuidado como una de esas actividades fundamentales para la vida humana), entre otras.

Los sistemas de transporte suelen contar con una serie de estudios y condicionantes para ser implementados, entre ellas el factor económico. Dado que el trabajo del cuidado y del hogar no es medido debido a que, históricamente, no se consideraba que éste contribuyera con la economía de un país, la movilidad del cuidado no fue nunca una de las prioridades dentro de estos estudios. Además, poco se conoce de los impactos positivos y retornos económicos a partir de planificar para este trabajo. Es por ello que el transporte no se planifica para estas necesidades y realidades que son llevadas a cabo, sobre todo, por las mujeres.

[30] Zucchini, Elena (2015). Género y transporte: análisis de la movilidad del cuidado como punto de partida para construir una base de conocimiento más amplia de los patrones de movilidad. El caso de Madrid. Tesis (Doctoral), E.T.S. Arquitectura (UPM).

Dado que el género es también una estructura que organiza a las sociedades, no puede entenderse el transporte sin entender cómo se vive el transporte siendo hombre o siendo mujer. Los viajes de las mujeres son absolutamente distintos a los viajes asociados a las actividades masculinas y es por ello que en los últimos años, diversos estudios se han dado a la tarea de cuestionar, pensar y visibilizar el sistema sexo genérico como un factor que debe tomarse en cuenta desde la planificación. La movilidad segura para las mujeres, entonces, se convierte en un vehículo para la plena garantía del acceso a sus derechos humanos.

El transporte público, a diferencia de la calle, se caracteriza por llevarse a cabo en espacios cerrados y, en horas pico (o bajo contextos de baja frecuencia), hacinados: estas características pueden favorecer la violencia sexual contra mujeres, niñas y adolescentes en el transporte. Es en este contexto, donde medidas de discriminación positiva, como los vagones exclusivos pueden hacer la diferencia para las mujeres al momento de decidir moverse, aunque esta medida puede llegar a ser polémica e incluso rechazada por algunos expertos.

Sin embargo, es importe considerar que aunque las necesidades de las mujeres en el transporte público son el eje del diagnóstico, no puede considerarse únicamente ese espacio como aquel que se tiene que intervenir, sino que los proyectos de transporte público han de considerar también transformaciones en las calles circundantes a estaciones y corredores, ya que las mujeres salen de las estaciones y las unidades donde pueden sentirse seguras, a trayectos caminando donde la realidad puede ser insegura.

3. Resultados del análisis respecto al caso de estudio: rutas alimentadoras de línea 3 de Metrorrey

Simplificando mucho, a efectos de presentar un resumen apto para el presente documento, que se ciñe a una estructura prefijada por el comité de selección del CLATPU 2024, en cuanto a su extensión, se ha tenido que acortar u obviar la explicación de algunos pasos intermedios, para llegar a los resultados del análisis.

A lo largo de todos los proyectos de transporte, se debe hacer énfasis en que la transversalización de la perspectiva de género es un proceso largo y que no comienza con un solo proyecto, sino que puede ser rastreada a lo largo de diversos esfuerzos desde distintas dependencias y en años previos, dado que la PEG como concepto comienza a trabajarse desde mediados de la década de los noventa del siglo pasado.

Es fundamental comprender que la transversalización de la perspectiva de género es un acumulado de revisión e inclusión en todos los procesos de los entes de la administración pública en la que se aplica el proyecto, que toma buen tiempo tanto en diseñarse, como en implementarse y que debe estar sujetos a constante evaluación, revisión y mejora.

La evaluación de la perspectiva de género se hace durante todo el ciclo de vida del proyecto, desde la caracterización de la zona de estudio hasta sus mecanismos de evaluación y seguimiento. En cuando al proceso de planificación y puesta en operación, se consideran cuatro aspectos generales: a) el proceso de elección del proyecto; b) el diseño y planificación del proyecto desde los factores de diseño e intervención urbana del entorno hasta el diseño operativo y funcional de los servicios de transporte; c) el diseño de la operación la implementación, operación, mantenimiento y evaluación del proyecto; y d) la atención a las personas usuarias.

En el año 2015, según la Encuesta Intercensal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), las mujeres representaban 50.3 % de la población total de Nuevo León, cifra que revela la importancia de la participación femenina en el desarrollo social, económico, cultural, político y democrático del Estado. Si bien el porcentaje de mujeres que habitan en esta entidad federativa es ligeramente mayor que el de los hombres (49.7 %), sólo 19 de los 51 municipios del estado están más poblados por mujeres y de estos, 6 corresponden a la Zona Metropolitana de Monterrey. Es importante destacar que existen 98.6 hombres por cada 100 mujeres en la entidad. El 86.7 % de la población de Nuevo León se concentra en la Zona Metropolitana, se estima que a 2020 la población aproximada de este asentamiento humano fue de 4, 437,643 hab., de los cuales el 50.4 % son mujeres.

En otros aspectos socioeconómicos relacionados, en términos de sexo, existe una población estudiantil mayor de hombres que de mujeres y tienen una movilidad similar, pero habiendo diferencias en el uso del transporte público y el vehículo particular.

Tanto los hombres como las mujeres prefieren desplazarse caminando a la escuela, esto en gran medida debido a que no recorren distancias tan largas, ya que los centros de estudio están cercanos a los hogares de los escolares. El vehículo particular lo utilizan más las mujeres que los hombres, pero con una diferencia mínima de 0.99%, por otro lado, el transporte público lo utilizan más los hombres con una diferencia de 0.77 %. También se observa que el transporte escolar es utilizado más por las mujeres con una diferencia de 0.87 %.
El principal medio de transporte de los trabajadores asalariados es el transporte público, siendo las mujeres las usuarias que más lo usan. Por otra parte, el principal modo de transporte de empleadoras y empleadores es el vehículo particular, habiendo

una diferencia mayor de hombres de 15.19 %. Se observa que existe un gran porcentaje de hombres que trabajan sin pago que se desplazan caminando a sus centros de trabajo, mientras que las mujeres con esta misma característica la gran mayoría lo hace en vehículo particular. El mayor segmento de hombres y mujeres ocupadas que se desplaza en el Metrorrey, son los asalariados.

En la ZMM, las mujeres utilizan el transporte público para ir al trabajo, mientras que los hombres utilizan el vehículo particular y el transporte laboral. Otro dato interesante es que existe un mayor porcentaje de mujeres caminando a su trabajo, pero la bicicleta es el modo de transporte menos utilizado por ellas con apenas el 0.1 %.

En el último año, Nuevo León registró un total de 76 mil 930 hechos de tránsito, de los cuales el 71% fueron ocasionados por hombres, el 18.6 % por mujeres y el 10.3 se fugó. El principal tipo de hecho de tránsito fue la colisión con otro vehículo automotor con un 72.8%, le sigue la colisión con un objeto fijo con 15.4% y en tercer lugar la colisión con motocicleta con un 4.6%.

En términos de sexo, las mujeres se sienten más inseguras que los hombres en el transporte público, el 55.1% de ellas piensan que sufrirán un delito contra un 42.2% de los hombres.

Ahora bien, respecto al proyecto analizado, aun y cuando el proyecto se elaboró más no se implementó, se consideraron los elementos de definición más importantes para su operación, la valoración del contexto institucional y operacional en torno a los proyectos de transporte en la zona metropolitana y ello, conllevó a identificar algunos avances importantes respecto al PEG.

Es fundamental ampliar la visión desde lo cuantitativo a lo cualitativo en el diseño y planificación de los proyectos urbanos, especialmente en los proyectos de transporte, de manera que se generen métricas, lineamientos de diseño y criterios técnicos basados en esta visión ampliada.

Por último, el gran reto en la administración pública con respecto a la incorporación de la PEG en proyectos de transporte se encuentra en dos dimensiones: en lograr una estructura organizacional que se apropie de la perspectiva de género como parte de su cultura institucional, de forma que tenga la capacidad para generar proyectos sensibles a las necesidades de las mujeres Y en transitar del diseño conceptual de la reglamentación de la política pública que se refleja en leyes, códigos, normas y reglamentos, a su efectiva implementación y, por lo tanto, al impacto positivo en la calidad de vida de las mujeres, niñas y adolescentes.

Se determinaron algunas áreas de oportunidad en el planteamiento del proyecto tomado como caso estudio, tales como:

- Es necesario llevar la perspectiva de género más allá de los datos segregados, encontrando también diferentes variables de correlación que expliquen y muestren la experiencia integral del viaje de las mujeres por la ciudad, entendiendo la dimensión estructural que desde los roles de género se ven reflejados en el diseño y operación de nuestras ciudades y abriendo la oportunidad para Nuevo León de ser pioneros en una nueva forma de planificar e implementar el transporte público.
- Reducir esta brecha es posible a través de la socialización de los proyectos, pues de ella se derivan líneas exploratorias para el monitoreo y la evaluación de la calidad del servicio del transporte, al hacer partícipe a todas las personas en el ciclo de proyecto y propiciar mecanismos de comunicación y retroalimentación, que en el mediano plazo se reflejarán en la percepción de seguridad con respecto al sistema de transporte y el entorno urbano inmediato.
- Las instituciones dedicadas a las políticas y a la operación del transporte, siguen siendo áreas de trabajo dominadas por hombres en la toma de decisiones principales. A pesar de que la participación de las mujeres va en aumento, aun no se garantiza la paridad, así como una visualización sobre la transversalidad de la perspectiva de género más allá de las acciones de atención a la violencia sexual. El gran reto es tener instituciones con igualdad sustantiva y condiciones laborales que permitan el equilibrio de la vida laboral, reproductiva y personal, en una sociedad que tiene como meta la igualdad en la participación de las labores de cuidado.

UTILIZACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS EN LA OPTIMIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE SERVICIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO

Andrés Periñán Fernández,
Consultora Alomon, Sevilla, España. andres.perinan@consultoralomon.com

Julián Sastre González
Instituto de Movilidad, Sevilla, España, j.sastre@institutodemovilidad.com

Fady Awad Núñez
Consultora Alomon, Madrid, España, fady.awad@consultoralomon.com

RESUMEN

La optimización de servicios de transporte público es un desafío complejo debido a la interacción de diversas variables y restricciones que afectan la eficiencia y calidad del servicio. Los algoritmos genéticos surgen como herramientas prometedoras para abordar esta complejidad. Estos algoritmos, inspirados en la evolución biológica, destacan por su capacidad para resolver problemas de optimización complejos. La investigación se centra en explorar la aplicabilidad de los algoritmos genéticos en la optimización de servicios de transporte público. Estos algoritmos imitan la evolución natural, utilizando procesos de selección y recombinación genética para generar soluciones adaptativas a la dinámica operativa de los sistemas de transporte público. La interdependencia de factores en este contexto hace que la optimización tradicional sea ineficaz, siendo los algoritmos genéticos una alternativa eficiente.

La dinámica interacción entre factores que restringen el problema se supera mediante la simulación de la evolución natural. Los algoritmos genéticos modelan cada solución como un "gen" incluida en la población global. Estos algoritmos abordan eficazmente la asignación de recursos limitados, buscando la minimización de costos como objetivo principal. En este trabajo se abordará la aplicabilidad de los algoritmos genéticos a la operación del transporte público, su convergencia hacia óptimos absolutos y la influencia de los parámetros de calibración en su desempeño y costo computacional.

1. Introducción

La definición de la operación de los autobuses en el marco de servicios de transporte público regionales es un ejemplo de lo que se conoce como *Vehicle Routing Problem* (Problema de Rutas de Vehículos o VRP, por sus siglas en inglés). Este problema plantea un desafío combinatorio de alta complejidad, especialmente cuando su dimensión asciende y el número de restricciones extiende una capa adicional de dificultad. Esto conlleva que la búsqueda de soluciones exactas sea impracticable desde el punto de vista computacional, lo que ha impulsado la aplicación de técnicas de optimización aproximadas. Éste es el caso de los algoritmos genéticos, los cuales suponen uno de los enfoques más investigados actualmente, siendo no sólo aplicables al ámbito de la optimización del transporte, sino en muy diversos campos.

El presente trabajo ahonda en el desarrollo de un algoritmo genético y su aplicación al caso concreto de la optimización de la operación de vehículos (*vehicle scheduling*) en servicios de transporte público regionales. En primer lugar, se realizará una descripción del problema, resaltando su contexto y las variables que determinan su formulación. A continuación, se explorarán los fundamentos que inspiraron el desarrollo de los algoritmos genéticos. Posteriormente, se explicará la metodología utilizada para trasladar al problema a un código para posibilitar su resolución computacional. Seguidamente, se mostrarán los resultados obtenidos tras la optimización de un caso real, permitiendo así evaluar la capacidad de resolución del algoritmo. Por último, se aprovecharán los resultados del estudio del caso real para realizar variaciones en los parámetros que dominan el comportamiento del algoritmo, permitiendo extraer conclusiones sobre cómo estos ajustes influyen en el rendimiento y la convergencia del algoritmo, proporcionando una visión más completa de su comportamiento en diferentes escenarios.

2. Planteamiento del problema a tratar

El problema que se aborda en este estudio se centra en la optimización de los recursos materiales en la operación del transporte público. En este contexto, la optimización se circunscribe a la gestión de la flota de vehículos. En la literatura, se suele dividir el proceso de planificación de la operación de un servicio de transporte público en cuatro etapas (Ceder, 2016):

1. Diseño de la red de líneas
2. Determinación de horarios
3. Programación de vehículos
4. Programación de personal

La optimización de la flota corresponde a la tercera etapa, donde se realiza la programación de vehículos. Ésta se corresponde con un problema de asignación, en el que existe un conjunto de tareas (servicios) que deben ser asignadas a un vehículo para llevarse a cabo, con el objetivo de gestionar lo más eficientemente los recursos.

Esta eficiencia puede medirse desde dos perspectivas: por un lado, es fundamental minimizar al máximo el número de vehículos necesarios para llevar a cabo la programación de servicios. Por otro lado, es importante tener en cuenta que aumentar excesivamente el número de servicios asignados a un mismo vehículo a través de la realización de trayectos vacíos intermedios (conocidos como *deadheads*, por su denominación en inglés) entre las cabeceras puede resultar antieconómico. Esto ocurre cuando el costo de realizar estos kilómetros en vacío supera el costo de introducir un nuevo vehículo en la flota. Además, la eficiencia en la asignación de tareas a vehículos no sólo afecta la operación diaria, sino que también se refleja en aspectos económicos y medioambientales.

El problema descrito en la literatura es conocido como *Vehicle Routing Problem* (VRP), el cual es bien conocido en el ámbito de la optimización combinatoria. El VRP se centra en determinar la ruta más eficiente para un conjunto de vehículos que deben visitar un conjunto de ubicaciones, satisfaciendo ciertas restricciones y minimizando un objetivo, como la distancia total recorrida, el tiempo de viaje o el coste total de la operación. Este problema tiene aplicaciones prácticas directas en la optimización de flotas de transporte público, donde el objetivo es asignar rutas a los vehículos de manera que se minimice el consumo de recursos y se maximice la eficiencia operativa.

El caso de estudio se trata de una circunstancia más concreta de VRP, al deber atender tanto las rutas como los horarios a un marco fijo. En este caso, el VRP se centra en encontrar el conjunto de rutas que, para una flota de vehículos, sirven a una serie de clientes tal que se minimizan los costes totales de la operación (Goel, 2009). Además de la variable temporal, a este problema se le suma la complejidad de que cada tarea supone la realización de un itinerario prefijado en su totalidad. Esto supone que cada tarea debe llevarse a cabo en una determinada ventana de tiempo y, además, comenzar y finalizar en ubicaciones fijas dadas.

A pesar de la complejidad del problema, para abordarlo es posible definir cada servicio completamente a través de las siguientes cuatro variables (Ceder, 2016):

(i) Cabecera de inicio
(ii) Hora de inicio
(iii) Cabecera final
(iv) Hora de llegada

2.1 Descripción de la estructura de costes a considerar

La función objetivo del problema de optimización puede responder a multitud de parámetros, pero en este caso se ha optado por minimizar los costes anuales en los que repercute la asignación de vehículos propuesta. Para ello, es necesario tener en consideración la siguiente estructura de costes relativa a los vehículos:

Tabla 29: Estructura de costes de la operativa de un sistema de transporte público de viajeros por carretera considerada

Costes anuales por unidad de vehículo	- Coste de amortización del vehículo - Coste de amortización de los sistemas inteligentes de transporte (ITS) embarcados - Coste de financiación del vehículo - Coste de financiación de los sistemas inteligentes de transporte (ITS) embarcados - Costes de seguros - Fiscalidades
Costes anuales por kilómetro	- Coste por consumo de combustible - Coste por desgaste de neumáticos - Costes de mantenimiento
Costes horarios	(*) Resulta necesario introducirlos, dado que, aunque suelen integrarse dentro de los costes por kilómetro, su desagregación permite distinguir entre dos asignaciones que, aun realizando el mismo número de kilómetros y necesitando el mismo número de vehículos, precisan de más o menos tiempo de servicio de los vehículos, lo cual redunda en la eficiencia de la gestión.
Costes indirectos	(**) Se introducen como un porcentaje de la suma de los costes anteriores.
Beneficio industrial	(***) Se introduce como un porcentaje de la suma de todos los costes.

3. Los algoritmos genéticos

3.1. Fundamentos de los algoritmos genéticos

El concepto de algoritmo genético (GA) fue presentado por el físico y matemático estadounidense John Holland en las décadas de los sesenta y setenta del siglo pasado (Konak, Coit, & Smith, 2006), tomando inspiración de las teorías darwinistas que explican la evolución de las especies.

La Teoría de la Evolución define el gen como cada unidad de información hereditaria presente en el ADN de un organismo. Estos genes contienen características específicas, como el color de los ojos, la estatura o la resistencia a enfermedades, que se transmiten entre generaciones a través del proceso de reproducción. Durante la reproducción, los genes de ambos progenitores se combinan, generando variabilidad genética en la descendencia.

De manera análoga a la naturaleza, los algoritmos genéticos se fundamentan en la premisa de la selección natural, donde los individuos mejor adaptados tienen mayor probabilidad de sobrevivir y transmitir sus genes a través de la reproducción. A lo largo de las generaciones, las especies que portan combinaciones genéticas particulares se vuelven dominantes en la población.

Estos algoritmos replican el proceso natural al incorporar la posibilidad de mutaciones, que representan variaciones genéticas aleatorias en la población. Estas mutaciones pueden dar lugar a características nuevas y diferentes que, si favorecen la supervivencia, tienen la posibilidad de volverse dominantes con el tiempo.

De este modo, los algoritmos genéticos se convierten en una técnica de optimización y búsqueda inspirada en el proceso evolutivo descrito anteriormente. Simulan los procesos de selección natural, reproducción y mutación en una población de soluciones candidatas codificadas de manera específica, con el propósito de resolver un problema particular.

Tabla 30: Analogías entre la Teoría de la Evolución darwinista y los fundamentos de los algoritmos genéticos

Característica	*Teoría de la Evolución*	*Algoritmos Genéticos*
Selección natural de individuos	La selección natural favorece a los individuos mejor adaptados en un entorno dado.	La selección de individuos implica elegir a los candidatos más aptos de una población para generar la siguiente generación.
Reproducción	La reproducción sexual mezcla los genes de dos progenitores para crear	La recombinación combina soluciones de la población de una determinada generación para crear

	descendencia con combinaciones únicas de características.	nuevas soluciones que "heredan" características prometedoras de las soluciones de las que provienen.
Mutación	Introduce variaciones genéticas aleatorias en la población, lo que puede dar lugar a características nuevas y diferentes.	Introduce cambios aleatorios en las soluciones para explorar nuevas áreas del espacio de búsqueda.
Convergencia hacia el óptimo	Los procesos de selección y reproducción sucesivamente mejoran la adaptación de la población a su entorno con el paso de las generaciones.	La sucesión de iteraciones en las cuales se reproducen los fenómenos de selección, combinación y evaluación se traduce en la convergencia hacia una solución óptima del problema que se está abordando.

Expuestas las analogías, es sencillo observar que ambos procesos implican iteraciones repetidas a lo largo del tiempo, con cada generación (en el caso de la evolución biológica) o iteración del algoritmo (en el caso de los algoritmos), que conducen a mejoras en la adaptación y supervivencia de las especies y, al aplicar principios evolutivos, a encontrar soluciones efectivas y adaptativas en espacios de búsqueda complejos y multidimensionales en el caso de los algoritmos genéticos.

3.2. Diagrama lógico de los algoritmos genéticos

A continuación, se presenta el esquema lógico de funcionamiento de los algoritmos genéticos, que se divide en las siguientes etapas:

1. *Inicialización:* Se parte de la determinación de un conjunto inicial de soluciones del problema. A este conjunto de soluciones se le denomina *población inicial*. Dependiendo de la complejidad del problema a abordar, puede obtenerse de manera aleatoria o utilizando técnicas heurísticas adaptadas a la problemática en cuestión, como es el caso del problema objeto de este trabajo. Cada solución (o individuo) que compone la población debe mantener una estructura predeterminada. El proceso de definición de dicha estructura se conoce como codificación.

2. *Evaluación inicial:* Una vez se ha obtenido la población inicial de soluciones, éstas son sometidas a un procedimiento de evaluación de su aptitud. Esto se realiza a través de una *función de aptitud*, que cuantifica numéricamente qué tan buena es cada solución en términos del objetivo que se busca alcanzar.

3. *Selección:* Asignado el valor que permite medir qué soluciones son mejores o peores dentro del conjunto de la población, deben seleccionarse los individuos que darán

lugar a la nueva generación de soluciones. Existen diversas formas de realizar esta selección: aleatoriamente, estrictamente según el valor de la función de aptitud o, como ha sido el caso, según un modelo probabilístico en función de la aptitud. De esta última forma, los individuos más aptos tienen más probabilidad de ser seleccionados, pero no se descartan completamente los menos aptos. La proporción de individuos seleccionados frente al total de la población se conoce como *cross rate*, o tasa de cruce.

4. *Reproducción:* Los pares de individuos seleccionados (progenitores) se combinan para crear nuevos individuos (descendientes) mediante un proceso de recombinación. Esto implica intercambiar partes de las características de las soluciones progenitoras que heredarán las descendientes. Existen multitud de técnicas para combinar las soluciones iniciales para dar lugar a soluciones nuevas. Algunas se basan en "trocear" cierto número de genes e intercambiarlos o, como es el caso, conservando los genes coincidentes entre ambas soluciones y generar el resto.

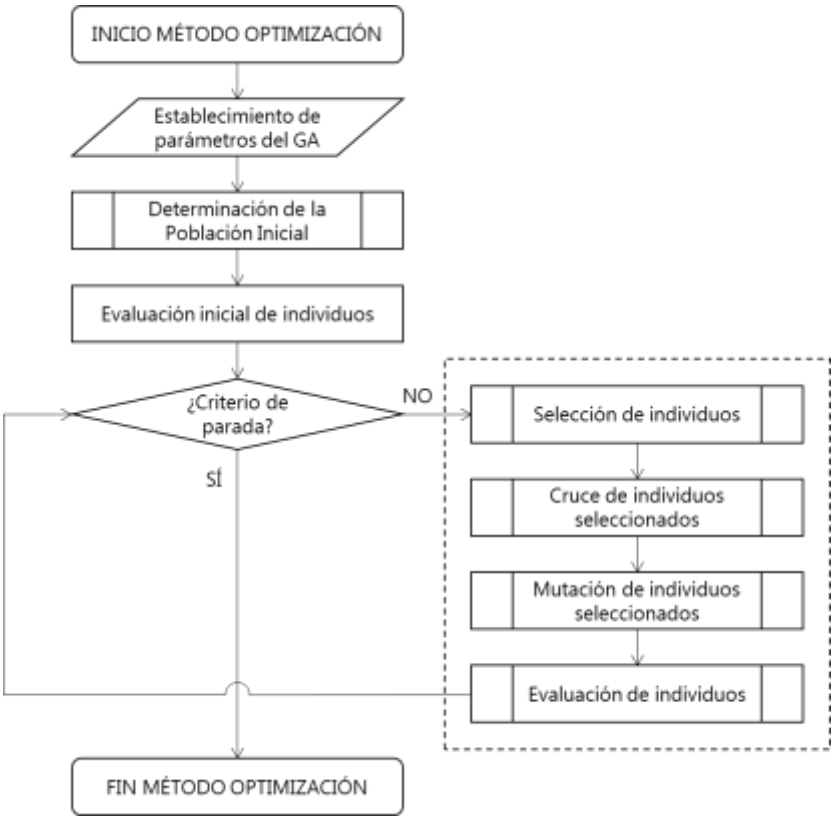
5. *Mutación:* Con la pretensión de introducir variabilidad en la población y ayudar a explorar nuevas áreas del espacio de búsqueda, algunos individuos de la nueva generación pueden experimentar mutaciones. Estas mutaciones se materializan a través de cambios aleatorios en su estructura, producidos con una probabilidad de ocurrencia previamente definida, que se denomina *mutation rate*, o tasa de mutación.

6. *Evaluación:* Del mismo modo que se realizó con la población inicial, en este punto se evalúa la aptitud de las nuevas soluciones fruto de la recombinación de las soluciones seleccionadas de la generación previa.

7. *Fusión y reemplazo:* Llegados a este punto, se fusionan todas las soluciones, progenitoras y descendientes, formando un solo conjunto. A través del resultado de la evaluación de dichas soluciones, se eliminan de la población aquéllas de menor aptitud, conservando las soluciones mejor posicionadas. El número de soluciones que permanecen debe ser igual al tamaño de la población inicial. La iteración del algoritmo se completa con la determinación de la nueva población, que será una mezcla de soluciones anteriores y nuevas, cuya unión conformará la siguiente generación.

Este proceso se repetiría desde el Paso 3 de selección o hasta alcanzar el criterio de parada que se defina. La solución con mejor resultado de la función de aptitud será el óptimo alcanzado en el proceso de optimización.

Figura 41: Diagrama de flujo del algoritmo genético de optimización aplicado al problema



4. Caso de estudio

El ejemplo que se ha utilizado aplicar el código desarrollado se trata de un caso real, concretamente el definido en el Proyecto de Servicio Público de transporte de viajeros por carretera de la concesión *CV-214 Torrevieja-Alacant* (Generalitat Valenciana, 2021), en España. El ámbito funcional de la concesión abarca un total de 17 municipios, todos pertenecientes a la provincia de Alicante.

Como hipótesis inicial, a efectos de optimizar la asignación, se considera que un mismo vehículo puede realizar servicios correspondientes a diferentes líneas. Por este motivo, la especificación del PSP en cuanto al tipo de vehículo que explota cada línea se trata de una restricción importante, debido a que genera subconjuntos de servicios que pueden ser asignados a un mismo vehículo, siendo incompatibles los servicios de líneas operadas por diferentes tipos de vehículo. De esta forma, se observa cómo el problema inicial de asignación queda dividido en varios subproblemas independientes de menor dimensión. Este hecho resulta beneficioso en términos de tiempos de cálculo computacional, ya que, el problema a optimizar se define como NP-hard (Solomon, 1987) y, por tanto, el tiempo para su resolución aumenta significativamente con la dimensión del mismo, en este caso, con el número de servicios a asignar.

Por este motivo, aunque el servicio de autobús interurbano de la concesión CV-214 se organiza en 10 líneas, para la prueba del algoritmo desarrollado se ha utilizado el subproblema de mayor dimensión de entre los existentes, ya que el problema en subproblemas independientes, escogiendo el de mayor dimensión (mayor número de servicios) para su resolución. Concretamente, es el caso de los días laborables en calendario de invierno y de las líneas explotadas por vehículos de 39 a 55 plazas. Para obtener el resultado global de la explotación, bastaría con resolver el resto de subproblemas de manera independiente.

Con todo, se contemplan 5 líneas para la resolución del problema de optimización, las cuales suman un total de 57 servicios a realizar en el día tipo a analizar. Los horarios y la ubicación de las cabeceras de líneas se han obtenido del PSP, mientras que las distancias y tiempos de los recorridos en vacío entre las mismas se han determinado a través de Google Maps. Además, se ha supuesto que existe una única base operativa asignada a la concesión, la cual se ubicada en la Estación de Autobuses de Torrevieja.

Tabla 31: Líneas de la concesión CV-214 consideradas para la optimización de la asignación

CÓDIGO	*DENOMINACIÓN*
LÍNEA 1	Alacant-Guardamar-Torrevieja-Pilar de la Horadada
LÍNEA 2	Torrevieja-Alacant
LÍNEA 3	Torrevieja-Pilar de la Horadada
LÍNEA 4	San Fulgencio-Guardamar-Aeropuerto
LÍNEA 7	Torrevieja-Guardamar-Universidad-S. Vicent del Raspeig

Para la determinación de la estructura de costes, necesaria para evaluar las soluciones obtenidas, se han recurrido a los datos económicos del propio PSP y a los datos del *Observatorio de costes del transporte de viajeros en autocar*. En cuanto a los parámetros del algoritmo genético utilizados, aunque se realizó un análisis de sensibilidad, se ha partido de los siguientes valores típicos recogidos de la literatura (Ming, Bo, & Wenzhou, 2013), para un total de 10^4 iteraciones del algoritmo:

Tabla 32: Parámetros del algoritmo genéticos considerados

PARÁMETRO	*ABREVIATURA*	*VALOR UTILIZADO*
Tamaño de la población	*n*	100
Cross rate	*cr*	0.70
Mutation rate	*mu*	0.05

5. Resultados obtenidos y conclusiones

En la siguiente tabla, se muestran los resultados obtenidos del proceso de optimización para el problema descrito:

Tabla 33. Resultado de la programación de servicios del caso de estudio.

VEHÍCULO	*SERVICIOS REALIZADOS*
BUS 1	1 – 35 – 18 – 54 – 32 – 38 – 46
BUS 2	7 – 2 – 9 – 4 – 11 – 55
BUS 3	13 – 15 – 23 – 31 – 10 – 6
BUS 4	14 – 3 – 36 – 19 – 26 – 56
BUS 5	29 – 8 – 51 – 50 – 34 – 40
BUS 6	41 – 22 – 44 – 5 – 39
BUS 7	42 – 53 – 20 – 27 – 57
BUS 8	47 – 43 – 17 – 24 – 37 – 21 – 28
BUS 9	48 – 30 – 16 – 52 – 45 – 33 – 12
BUS 10	49 – 25

La asignación optimizada resultante precisa de 10 vehículos para llevar a cabo la operación del servicio. El coste anual de la solución optimizada es de 2.341.441,65 euros. Además, del resultado anterior, destaca que se consiguen enlazar hasta siete servicios en la misma cadena en tres ocasiones (Buses 1, 8 y 9).

Las principales conclusiones extraídas del análisis realizado son las siguientes:

1. El algoritmo empleado ofrece flexibilidad en función de los objetivos de optimización, permitiendo priorizar la reducción de vehículos o la minimización de kilómetros en vacío. Esto es posible gracias considerar la estructura de costes en la función de aptitud del algoritmo. Aunque se puede pensar que la optimización óptima es aquella que reduce al mínimo el número de vehículos utilizados, esto no es necesariamente así, ya que un aprovechamiento más exhaustivo de los vehículos mediante la realización de viajes en vacío conlleva un incremento de costes que también se tiene en cuenta para la evaluación de las soluciones.

2. Ha sido posible trasladar la base teórica de la optimización mediante algoritmos genéticos a un caso real de operación de una concesión de transporte de viajeros con resultados satisfactorios: el algoritmo converge en un tiempo de cálculo relativamente corto (del orden de pocos minutos) para un problema de dimensión mediana.

3. Tras realizar un análisis de sensibilidad de los parámetros del algoritmo se concluye que un mayor valor de *cross rate*, se concluye que el mejor desempeño del algoritmo se produce con valores medio-altos de este parámetro (*cr* = 70-80%), ya que valores de *cross rate* más cercanos a la unidad conllevan que la selección abarque soluciones menos aptas, ralentizando la búsqueda del óptimo del problema.

4. El aumento en la probabilidad de mutación de las soluciones generadas, es decir, el incremento del *mutation rate*, puede llevar a que el número de iteraciones inicialmente

establecido resulte insuficiente. Esto se debe a la expansión del espacio de búsqueda, lo que conlleva la aparición de mejores soluciones superiores en etapas más avanzadas de la búsqueda.

6. Referencias Bibliográficas

Ceder, A. (2016). *Public transit planning and operation: Modeling, practice and behavior*. CRC Press.

Dao, S. D., Abhary, K., & Marian, R. (2015). An Adaptive Restarting Genetic Algorithm for Global Optimization. Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science, 1. San Francisco.

Generalitat Valenciana. (2021). *Proyecto de Servicio Público de Transporte de Viajeros por Carretera. CV-214 Torrevieja-Alacant*.

Goel, A. (2008). Vehicle Scheduling and Routing with Drivers' Working Hours. Transportation Science, 43(1), 17-26. doi:10.1287/trsc.1070.0226

Konak, A., Coit, D. W., & Smith, A. E. (2006). Multi-objective optimization using genetic algorithms: A tutorial. Reliability Engineering and System Safety, 91(9), 992-1007. doi:10.1016/j.ress.2005.11.018

Ming, W., Bo, S., & Wenzhou, J. (2013). A Bi-level Programming Model for Uncertain Regional Bus Scheduling Problems. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 13(4), 106-112. doi:10.1016/S1570-6672(13)60120-8

Periñán, A. (2023). *Uso de algoritmos genéticos para la optimización de la operación en servicios regionales de transporte público*. [Trabajo de Fin de Máster]. Universidad Pablo de Olavide.

Solomon, M. M. (1987). Algorithms for the Vehicle Routing and Scheduling Problems with Time Window Constraints. Operations Research, 35(2), 254-265. doi:10.1287/opre.35.2.254

POSTERS

ÁREAS TEMÁTICAS

AMBIENTE Y MERCADO ENERGÉTICO

VIABILIDAD DE AUTOBUSES ELÉCTRICOS EN EL TRANSPORTE PÚBLICO DE PASTO Y SU IMPACTO EN LA SOSTENIBILIDAD

Andrés Felipe Abril Hernández,
Universidad Nacional de Colombia, Colombia anabrilh@unal.edu.co

Jonathan Danilo Perilla Novoa
Universidad Nacional de Colombia, Colombia. jperilla@unal.edu.co

Andrés Felipe Rosas Aldana
Universidad Nacional de Colombia, Colombia. arosasa@unal.edu.co

1. Resumen

El proceso de evolución del transporte público colombiano está marcado por la implementación de Sistemas de Transporte Masivo (SITM) y Sistemas Estratégicos de Transporte (SETP) desde el año 2000 con TransMilenio en Bogotá y continuada por el MIO en Cali en 2009. Aunque en el país se han realizado esfuerzos para mejorar la calidad y sostenibilidad del transporte urbano, las emisiones de motores a combustión interna persisten como un desafío ambiental importante, siendo el transporte el principal contribuyente, representando el 78% de las emisiones de CO_2 y el 11% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (Castillo et al., 2021).

Pasto, una ciudad colombiana, enfrenta desafíos de movilidad sostenible y cuidado ambiental ante su crecimiento, elevando la necesidad de modernizar el transporte público. Ante esta situación, la investigación actual evalúa la viabilidad de incorporar autobuses eléctricos, analizando aspectos técnicos, económicos y ambientales, y experiencias similares en otras ciudades.

**El presente trabajo fue realizado por los autores enunciados al comienzo del presente documento, reflejándose el cambio de los mismos respecto al primer resumen enviado.*

2. Marco Teórico

San Juan de Pasto, la capital de Nariño en el suroccidente de Colombia aborda desafíos de movilidad desde 2009, cuando se implementó el Sistema Estratégico de Transporte Público (SETP). En el contexto de la transición energética, el gobierno colombiano promueve la renovación vehicular, priorizando la movilidad eléctrica, por ello, para la ciudad de Pasto, cuya población se proyectó en 392,589 habitantes para 2020, la implementación de autobuses eléctricos emerge como una solución sostenible y eficiente.

La viabilidad de esta transición se ve respaldada por el marco normativo nacional, en instrumentos como el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 y la Ley de Movilidad Eléctrica,

alineados con la visión de movilidad sostenible y reducción de emisiones. Adicionalmente, programas internacionales, como UK Pact Colombia y TUMI, brindan apoyo técnico y coordinación para la adopción de vehículos eléctricos en ciudades intermedias (Instituto de Recursos Mundiales (WRI), 2022). Sin embargo, para materializar esta transición, Pasto debe considerar aspectos clave como la capacidad de su infraestructura eléctrica y la garantía de un suministro confiable.

Centrales Eléctricas de Nariño (Cedenar) es la entidad responsable de generar, distribuir y comercializar energía en la región. En Pasto la electricidad proviene totalmente de fuentes hidráulicas, que abastecen el 20% de la demanda regional; se presentan bajos niveles de pérdidas energéticas (7.25%) y existe una subestación (Jamondino) conectada al sistema nacional de transmisión, la cual, en 2017, duplicó su capacidad a 300 MVA, mejorando la confiabilidad del suministro eléctrico en la ciudad (Semana, 2017). Adicionalmente, Pasto cuenta con una matriz eléctrica diversificada, principalmente de fuentes hidráulicas. Cuatro hidroeléctricas, Río Mayo, Río Bobo, Río Sapuyes, y Julio Bravo (en proceso de repotenciación), que proveen electricidad, con esta última alcanzando una capacidad instalada de 26.5 MW y una generación promedio anual de 150 GWh (CEDENAR, 2019).

En cuanto al SETP de Pasto, este incluye 23 rutas divididas en 7 estratégicas y 16 complementarias, prestando servicio entre las 5:30 am y las 10:00 pm, los 7 días de la semana, con una tarifa de $2,200 en el año 2023 (Alcaldía de Pasto, 2022). En 2017, la flota contaba con 377 vehículos disponibles de las siguientes tipologías de vehículos para ese año era: 8.4% Euro II, 42.6% Euro III, 14.5% Euro IV, 27.9% Euro V y 6.6% Euro VI, con antigüedades promedio de 12 años (Dulce et al., 2022).

De esta forma, la ciudad de Pasto tiene una base sólida para abrazar la movilidad eléctrica en su sistema de transporte público. La transición a autobuses eléctricos no solo se alinea con las tendencias nacionales e internacionales hacia la sostenibilidad, sino que también cuenta con respaldo normativo y condiciones eléctricas favorables, proporcionando un entorno propicio para esta transformación.

3. Desarrollo

En el marco de la ejecución del programa apoyado por UK Pact Colombia, se llevó a cabo la fase de prueba piloto de la flota eléctrica destinada a la ciudad de Pasto. Esta prueba involucró 15 vehículos con una longitud de 9 metros, diseñados para transportar de 40 a 50 pasajeros. Estos vehículos se han adaptado considerando las condiciones específicas de movilidad, accesibilidad e infraestructura de la ciudad (Instituto de Recursos Mundiales (WRI), 2022). En este sentido, con el propósito de complementar este piloto desarrollado, se plantea realizar un análisis de la viabilidad para identificar los puntos críticos a tener en cuenta en este proceso de implementación. Para esto, se presenta un comparativo de tres sistemas de autobuses eléctricos implementados en Colombia, específicamente en Cali, Bogotá y Medellín.

Este análisis comparativo tiene como propósito identificar las características distintivas, las barreras superadas y las soluciones aplicadas en cada caso, extrayendo perspectivas valiosas

que permitan evaluar la viabilidad de la implementación de autobuses eléctricos en Pasto, teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos y ambientales.

Tabla 34 Matriz Comparativa Sistemas de Buses Eléctricos Colombia

Características	Ciudad		
	Bogotá	**Cali**	**Medellín**
Descripción Tipo de Bus	· Buses de capacidad de 50 (busetón BYD B93S01) y 80 (bus padrón eBus 12) pasajeros, utilizados en el sistema integrado, principalmente en el componente zonal y alimentador. · Bus articulado (eBus 18) con capacidad de 160 pasajeros, utilizado en el sistema troncal. · El peso bruto del eBus 12 es de 19,500 kg y del eBus 18 es de 29,500 kg · Baterías de hierro fosfato con vida útil de 6000 ciclos (15 años) · eBus 12 con potencia del motor de 150 kW y eBus 18 de 180 kW.	· Unidades de buses eléctricos en rutas alimentadoras y pre-troncales. · Peso bruto vehicular: 12,900 kg · Baterías de litio-ferro-fosfato: 221 kWh (extensible a 268 kWh). · Potencia del motor: 125 kW. · Capacidad: 60 pasajeros (22 asientos).	· Cuenta con una flota electrificada dedicada para la ruta 1, 2 de Metroplús y la línea O. · Batería de litio-férreo-fosfato capacidad de 324kWh -Buses de capacidad de 40 a 80 pasajeros. · 3h de recarga para 100% de energía · Peso de batería de 1,5 Toneladas
Infraestructura	· Flota de 1,485 autobuses eléctricos · 6 patios con 164 estaciones dobles de recarga y 248 cargadores sencillos. · Potencia de cargadores de 150 kW, para carga completa en 2 horas. · Los autobuses tardan entre 2 y 4 horas en cargar · La recarga de los autobuses se puede hacer de forma simultánea en horarios de 10 pm a 4 am	· 26 Buses eléctricos · Subestación eléctrica de 2 MW en el patio. · 13 cargadores con potencia máxima de 120 kW, dos conectores cada uno. Protocolo de comunicación OCPP 1.6, compatible con OCPP 1.5 y protección IP54. · Recarga en 2.5 horas al 100% con cargador de 120 kW y dos pistolas. · Promedio de 190-200 km/día (140 km comerciales). Estrategia de recarga con carga nocturna y a medio día. · Operación en diversas rutas con planificación de flota para circulación eficiente en varias rutas en un mismo día.	La flota cuenta con 70 buses de los cuales: -25 son utilizados para la Línea 2. · 4 utilizados en rutas del suroccidente · 1 utilizado en ruta de Aeropuerto José María Córdoba Cuenta con 19 eco estaciones del Valle de Aburrá y el Centro Logístico de Transporte de Medellín con 10 cargadores rápidos de 180 kW
Autonomía	Autonomía estimada entre 260 y 350 kilómetros	Autonomía estimada de 250 a 300 km por carga, con frenado regenerativo para extender la autonomía de la operación.	· Autonomía de 280 a 300 km
Costos Operativos	Reducción de costos operativos por km de hasta el 31%	Reducción de hasta 35% Frente a Sistemas de Combustión Interna	Reducción de 50% en costo de combustible
Impacto Ambiental	La flota implementada evita la emisión de 94,300 toneladas de CO2 al año	Reducción de más de 8,000 Toneladas de CO2 al año con el 30% de la flota implementada	Reducción del 13% de emisiones de CO2 entre 2020 y 2023 85 kilogramos de PM2.5 menos
Inversión	· El costo de cada eBus 12, es de 450,000 dólares y de los eBus 18 es de 600,000 dólares	Cifras 2022 · Bus Articulado 18 m $1,892'167,200 · Bus Padrón 13 m $850'000,000 · Bus Complementario 8 m $466'666,667	Metroplús compro 64 buses por $75,000 millones (Incluyendo 27 nuevos paraderos)
Barreras	· El alto costo de adquisición (CAPEX) de los buses eléctricos, que en 2019 era aproximadamente 3 veces mayor que el de los buses diésel. · La incertidumbre operacional y financiera debido a la falta de experiencia previa con buses eléctricos a gran escala. · El modelo de negocio convencional, donde un solo actor (el operador) se encargaba de adquirir y operar los buses. Este modelo resultaba poco adaptativo a los riesgos financieros de los buses eléctricos. · La necesidad de adaptar el sistema de subsidios públicos, dado que los buses eléctricos requieren mayor inversión inicial. Esto en un contexto donde la pandemia había reducido el número de pasajeros y aumentado los subsidios requeridos. · La predominancia masculina en el sector del transporte público, que inicialmente limitó la participación de conductoras mujeres.	· Normativa avanza lento y no existe homologación para los Buses eléctricos · Diversidad en Estándares y protocolos de carga · Necesidad de estimar potencia eléctrica en terminales de carga. · Falta de información sobre consumo en planificación de la operación. · Falta de determinación de rutas en la Logística operacional · Necesidad de plan de Mantenimiento y monitoreo · Falta de programas de entrenamiento para Operadores.	-Alto costo inicial de inversión para obtención de buses eléctricos e infraestructura (estaciones de carga y eco estaciones), para puesta en marcha y control de flota. -Capacitación técnica adicional del personal de operación y mantenimiento de flota de buses eléctricos. -Disponibilidad de vehículos. El tiempo de carga prolongado interfiere y altera la programación de ruta directamente, dado que la distribución y tiempo de operación no es tan prolongada como los buses de combustión interna.

A partir de las características observadas en los sistemas de buses eléctricos analizados, se determinó que la evaluación adecuada de la capacidad eléctrica en terminales y estaciones de carga, junto con la estandarización de protocolos, es esencial para optimizar procesos de carga y planificación de la flota.

En relación con la autonomía, las rutas actuales, con un promedio de menos de 20 km, sugieren que los buses eléctricos analizados podrían realizar varios recorridos al día. En términos ambientales, la reducción de emisiones y su impacto en la calidad del aire son notables, considerando que cada 1,000 toneladas de CO2 que se dejan de emitir, se pueden invertir alrededor de 565,000 USD en inversiones sociales, según datos de la ONU sobre transiciones energéticas. Aunque la implementación de buses eléctricos implica costos iniciales elevados,

los beneficios operativos y ambientales son significativos. A pesar de que el costo de adquisición puede duplicar o triplicar al de los buses diésel, existe un respaldo gubernamental de 70 millones de dólares asignados en el Plan Nacional de Desarrollo, que servirían como fuerte impulso para la transición energética.

Adicionalmente, la planificación de inversiones en infraestructura eléctrica y capacitación de operadores resulta esencial para garantizar el éxito a largo plazo en el funcionamiento del sistema.

4. Conclusiones

La transición eléctrica en Pasto responde a la búsqueda de un transporte eficiente, sostenible y con impacto positivo en la ciudadanía. La reducción de emisiones de CO2 y contaminantes, así como la disminución de la huella ecológica asociada al transporte, son metas fundamentales. Además, se pretende disminuir la dependencia de combustibles fósiles, reflejando un compromiso colectivo hacia un sistema de transporte ambientalmente sostenible.

La viabilidad técnica de implementar autobuses eléctricos en Pasto se sustenta en aspectos técnicos como que la ciudad cuenta con la capacidad e infraestructura eléctrica necesaria, la reducción de costos operativos entre un 30-35% en comparación con los buses diésel y el impacto ambiental positivo, reflejado en mejoras de la calidad del aire.

Sin embargo, se deben abordar las complejidades evidenciadas en ciudades como Bogotá, Cali y Medellín, puesto que, aun con mayores costos de inversión por autobús, los beneficios a largo plazo compensan estos costos. La necesidad de talleres y estaciones de carga plantean desafíos en la obtención de recursos y formación de personal calificado. Por lo tanto, se destaca la viabilidad y beneficios ambientales de la transición en Pasto, pero es de resaltar la importancia de gestionar adecuadamente los retos técnicos y financieros para una implementación exitosa de los autobuses eléctricos.

5. Referencias Bibliográficas

Alcaldía de Pasto. (2022). *Decreto No. 0517*. https://www.pasto.gov.co/decretos/decretos-2022?download=23967:dec-0517-30-dic-2022-despacho-alcalde

Castillo, M., Galarza S., S., Concha, J., García, F., Lefevre, B., Camós, G., Bertossi, F., & Cruz Moreno, P. M. (2021). *Desafíos operacionales y soluciones a la integración de buses eléctricos: lecciones de Cali, Colombia*. https://doi.org/10.18235/0003733

CEDENAR. (2019, octubre 10). *Quienes somos*. https://cedenar.com.co/quienessomos/

Dulce, F., Murillo, J., & Caicedo, E. (2022). Study of the greenhouse gas emissions and fuel consumption e↵ect, caused by passive and aggressive behavior in driving public service buses in Pasto city. *Congress of Smart Cities*, 220–232.

Instituto de Recursos Mundiales (WRI). (2022, junio 23). *UK Pact Colombia*. https://es.wri.org/proyectos/uk-pact-colombia

Semana. (2017, octubre 1). *Energía para el bienestar pastuso*. https://www.semana.com/contenidos-editoriales/pasto-tambien-somos-sur/articulo/asi-funciona-la-energia-en-pasto/542456/

ÁREAS TEMÁTICAS

DESARROLLO URBANO, TRANSPORTE Y MOVILIDAD

ANÁLISIS SOBRE IMPLEMENTACIÓN DE INFRAESTRUCTURA PARA MICROMOVILIDAD EN LA CIUDAD DE PASTO-NARIÑO. UN RETO PARA UN FUTURO SOSTENIBLE EN PEQUEÑAS CIUDADES DE COLOMBIA

Deisy Daniela Usamag Fuelantala
Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Bogotá D.C, Colombia, dusamag@unal.edu.co

Karenth Y. Solarte M.
Universidad Mariana, Pasto, Nariño, Colombia, karenthyu.solarte@umariana.edu.co

Sahira D. Pantoja R.
Universidad Mariana, Pasto, Nariño, Colombia, sahirada.pantoja@umariana.edu.co

María I. Moncayo P.
Universidad Mariana, Pasto, Nariño, Colombia, mariais.moncayo@umariana.edu.co

1. Resumen

Pasto capital del Departamento de Nariño, ubicada al suroeste de Colombia es una de las ciudades con el aire más limpio de Colombia según un estudio del Departamento Nacional de Planeación (DNP) en el 2018, esto puede estar asociado con el número de vehículos en circulación que comparados con ciudades grandes como Bogotá o Medellín es menor. A pesar de ello las emisiones más contaminantes que afectan a la ciudad provienen del sector automotriz y zonas industriales; con respecto al sector automotriz la ciudad cuenta con vías angostas donde todos los días las personas enfrentan congestión vehicular de 60.366 vehículos automotores particulares y 150.939 motocicletas, sumando vehículos de diferentes municipios cercanos que circulan diariamente en estas vías (secretaria de Tránsito y Transporte de Pasto, 2022). Todo esto nos llevó a analizar la implementación de una red más amplia de infraestructura para micro movilidad en la ciudad de Pasto, ya que solo cuenta con 7 kilómetros de ciclovía que usualmente es usada los fines de semana con fines recreativos por grupos de ciclistas y los demás días es usada por motociclistas para agilizar su circulación o autos que no permanecen en su carril.

Palabras clave: Infraestructura, micromovilidad, ciclovía, seguridad vial.

2. Introducción

Al diseñar infraestructura para un actor que se movilice en micro vehículos, se deben considerar varios aspectos básicos, como se indica en la sección 2 y 3 de la Guía de recomendaciones para el diseño de infraestructura ciclista (MITMA, 2023). Estos

incluyen la elección de la opción de diseño más adecuada, la consideración de los efectos de cada medida en función del objetivo perseguido en la zona de actuación, la definición de principios y criterios de diseño que orienten el proceso. Además, se deben tener en cuenta el trazado en planta con sus respectivas dimensiones, el planteamiento de una o varias soluciones a lo largo del recorrido, el desarrollo de las características geométricas y constructivas de cada tramo y cada intersección, los materiales utilizados y el empleo de elementos complementarios como la señalización o el alumbrado.

En el caso específico de la ciudad de Pasto Nariño, se deben considerar las características geográficas, demográficas y de tráfico de la ciudad para adaptar el diseño a las necesidades y condiciones locales con elementos complementarios más adecuados para mejorar la seguridad y la comodidad. Estos elementos pueden ser utilizados para mejorar la seguridad, la comodidad y la funcionalidad de la infraestructura ciclista. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la elección de los elementos complementarios dependerá de las necesidades y condiciones locales, así como de los objetivos perseguidos con la infraestructura.

3. Metodología

Primero se realizó una serie de investigaciones sobre los temas de micromovilidad y las diferentes normas que se deben tener en cuenta al diseñar infraestructura para un actor que se movilice en micro vehículos. Por otra parte, se elaboró una encuesta para los habitantes de la ciudad de Pasto y de esta manera poder evaluar las ventajas como también las desventajas que existen en las redes de infraestructura existentes. Como complemento, se hizo una entrevista vía Google meet a un experto en movilidad urbana sostenible, con énfasis en sistemas de bicicleta pública y diseño industrial.

3.1. Reconocimiento de la normativa

El marco legal que regula la movilidad, circulación y seguridad vial de bicicletas, peatones y vehículos de micro movilidad en Colombia se describe a continuación:
Ley 2251 de 2022: Establece las normas para el diseño e implementación de la Política de Seguridad Vial donde se establecen disposiciones normativas con un enfoque de sistema seguro, también es conocida como la Ley Julián Esteban, denominada así en honor al niño ciclista que perdió la vida arrollada por un vehículo en Zipaquirá.
Ley 105 de 1993: Reglamenta la planeación en el sector transporte con disposiciones básicas sobre el transporte y la redistribución de competencias y recursos de la Nación y las entidades territoriales.
Ley 769 de 2002: Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre donde se aprecia la definición de "accidente de tránsito" y establece que el Ministerio de

Transporte debe elaborar un plan nacional de seguridad vial con el objetivo de disminuir la accidentalidad en el país.

Ley 1702 de 2013: Por la cual se crea la Agencia Nacional de Seguridad Vial como unidad administrativa especial adscrita al ministerio de transporte y máxima autoridad para la aplicación de las políticas y medidas de seguridad vial nacional.

Decreto del Ministerio de Transporte de 2022: Por el cual se aprueba el Plan Nacional de Seguridad Vial para la vigencia 2022-2031 con áreas de acción en: velocidad segura, vehículos seguros, infraestructura vial segura, comportamiento seguro de los actores viales, cumplimiento de las normas de tránsito en materia de seguridad vial, atención integral a víctimas de siniestros viales etc.

Decreto 0734 de 2009: Por el cual se adopta el plan de Movilidad en el municipio de Pasto y se estructura en torno a los modos de transporte público y peatonal dentro del marco institucional planeado, regulado, coordinado y controlado por la Administración Municipal.

3.2. Entrevista a experto

Se elaboró una serie de preguntas con base en la Guía de recomendaciones para el diseño de infraestructura ciclista (MITMA, 2023) orientadas a conocer y ampliar la percepción frente a las ventajas y desventajas del uso de vehículos de micromovilidad, estado de la infraestructura, normativa, condiciones de circulación, seguridad en general y buenas prácticas aplicables a ciudades pequeñas. A continuación, una breve descripción del perfil del experto:

Jesus David Acero Mora: Diseñador industrial de la Universidad Nacional de Colombia con profundización en medio ambiente, bases académicas en ecoinnovación, diseño para la sostenibilidad, producción más limpia y sistemas producto-servicio. Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo con Énfasis en Gestión Ambiental, en la Universidad Nacional de Colombia.

3.3. Encuestas

Se realizó con el fin de obtener información concreta; como la percepción de los usuarios acerca de las ciclovías existentes y los conflictos que han tenido en ellas. Estas preguntas se articularon respecto al marco legal teniendo en cuenta información sobre seguridad del conductor, señalización y seguridad vial en la ciclovía y la promoción que se realiza sobre las mismas. Con lo anterior, la encuesta se aplicó a una muestra de 161 personas residentes en la ciudad de Pasto en un periodo de dos meses (noviembre y diciembre del 2023) a través de un formulario en Google Forms que permitió la recopilación y posterior tabulación de los resultados. Se tiene en cuenta que el valor de personas encuestadas es un poco más que el óptimo (144 personas) calculado con

la ecuación de tamaño de muestra para una población finita proyectada para la población residente en esta ciudad de **410,835 habitantes (**DANE, 2023)

Resultados de las encuestas:

1. ¿Usas vehículos de micromovilidad en la ciudad de Pasto? Si (36.4%) No (63.6%)

2. ¿Que vehículos de micromovilidad manejas para transportarte? Bicicletas de pedaleo (18.2%) Scooters o Patinetas electricas (13.6%) Bicicletas con motor o triciclos con motor (68.2%)

3. ¿Usas protección al momento de trasportarte en estos vehículos? Si (45.5%) No (54.5%)

4. Si tu respuesta anterior es NO, ¿cuáles son los motivos? Costo (31.8%) La norma no lo exige (13.6%) No transita de noche en la vía (9.1%) Comodidad (40.9%) Otro (4.6%)

5. ¿Consideras que la señalización e iluminación es adecuada y lo suficientemente llamativa? Si (30.4%) No (60.9%) Tal vez (60.9%)

6. ¿Consideras que las normativas actuales son adecuadas para regular el uso de micro movilidad en las ciclovías, o deberían ajustarse de alguna manera? No son adecuadas (26.1%) Si son adecuadas (56.5%) Deben ajustarse (17.4%)

7. ¿Qué opinas sobre la integración de sistemas de micro movilidad, como bicicletas eléctricas o scooters, en las ciclovías de la ciudad de Pasto - Nariño? Buena (56.5%) Regular (34.8%) Mala (8.7%)

8. ¿Con qué nota (de 1 a 5) evaluarías las ciclovías de la ciudad de Pasto, respecto a la seguridad? 1 (13%) 2 (47.8%) 3 (13%) 4 (8.7%) 5 (17.4%)

9. ¿Crees que hay buena información sobre ciclovías o que se ha hecho una buena campaña de educación al respecto? Si (17.4%) No (82.6%)

10. ¿Consideras que las autoridades deberían implementar medidas adicionales para regular el uso de micro movilidad en las ciclovías? Si (95.7%) No (0%) Tal vez (4.3%)

4. Evaluación y Análisis

Los principales desafíos en la planificación de la ampliación que se encontró fueron:

1. **Coordinación interadministrativa:** Debido a la división territorial y las competencias en materia de planificación, es imprescindible coordinar las distintas iniciativas para garantizar la coherencia, homogeneidad y complementariedad de las redes.
2. **Falta de datos:** La existencia de una buena base de datos de movilidad (matriz origen-destino), así como de un buen inventario de elementos de la red viaria, son elementos clave en la planificación de una red ciclista y Pasto no cuenta con una red abierta al ciudadano.
3. **Presupuesto limitado:** A la hora de establecer prioridades conviene recordar los principios resaltados en el apartado anterior como son el empleo del urbanismo táctico y de medidas blandas para paliar temporalmente la ausencia de presupuesto.
4. **Falta de conocimiento del terreno:** El equipo técnico responsable de la planificación debe estar familiarizado con el contexto, siendo muy importante recorrer en micro vehículos las zonas donde se prevé desarrollar la red.

Las ventajas de la planificación de la ampliación de una red adecuada en ciudades pequeñas serian:

1. **Integración y adaptación:** Ya teniendo datos de la localización de las actividades urbanas y sus relaciones en el territorio con la infraestructura viaria existente y su topografía, se determinan alternativas eficientes.
2. **Demanda potencial:** La programación de la red ciclista también se puede hacer en función de la demanda potencial y no solamente sobre la demanda presente.
3. **Establecimiento de estándares de calidad:** Se debe definir la estructura de la red e indicar las soluciones e intervenciones necesarias para cumplir con los estándares de calidad establecidos, donde los actores sean beneficiados y atraídos a usar micro vehículos que reduzcan el impacto de contaminación ambiental.
4. **Fomento de la movilidad sostenible:** La planificación de una red ciclista puede fomentar la movilidad sostenible y reducir la dependencia del automóvil, lo que puede tener beneficios ambientales, económicos y sociales.

También se proponen algunas alternativas de solución básicas y primordiales para ciudades pequeñas como Pasto, que buscan abordar los desafíos identificados en el estudio promoviendo un entorno más seguro y regulado para la micromovilidad:

1. **Mejoramiento de la Infraestructura vial:** Incluyendo la demarcación de carriles exclusivos, señalización clara, iluminación adecuada y la implementación de semaforización.
2. **Integración con la Normativa:** Ampliar la normativa existente en la ciudad para abordar las necesidades específicas, incluyendo la definición de requisitos de seguridad y protección para los usuarios.

3. **Regulación y Supervisión:** Considerando la implementación de tecnologías de control
4. **Educación y Concientización:** Implementar campañas educativas y de concientización para todos los usuarios de la vía.

5. Conclusiones

En la ciudad de Pasto se ve la necesidad de la planificación de una red ciclista puesto que puede fomentar la movilidad sostenible y reducir la dependencia del automóvil, lo que puede tener beneficios ambientales, económicos y sociales. También se ve la necesidad de diseñar y poner en marcha alternativas técnicas para apoyar el trabajo de vigilancia de las autoridades en el seguimiento del movimiento no sólo de micro vehículos, sino de todo tipo de vehículos.

Respecto a la encuesta realizada a algunos habitantes de la ciudad de Pasto, se analiza que la implementación de una red más amplia de infraestructura para micro movilidad es apropiada, ya que las personas que se transportan en micro vehículos se encuentran actualmente en un estado de vulnerabilidad con relación a su seguridad vial.

La educación vial es un factor muy importante que se debe tener en cuenta, dado que los ciudadanos generalmente carecen de conocimientos sobre las normas básicas. Es por ello por lo que las instituciones deben intensificar sus esfuerzos de promoción, los resultados obtenidos en la encuesta se pueden usar para comunicar, así como también orientar la implementación de políticas y medidas para promover el uso seguro y eficiente de los micro vehículos. Además, nos sirven como guía para mejorar la infraestructura vial y alentar a los usuarios a ser más conscientes de las reglas de tránsito.

6. Referencias Bibliográficas

Mejía, S. R., Úsuga, E. U., Tabares, E. M., Mercado, J. E., & Restrepo, K. B. (2022). Análisis del presente y del futuro de la micromovilidad como alternativa de transporte en la ciudad de Medellín. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería.

Datos tomados de secretaria de Tránsito y Transporte de Pasto, 2022

Peña, A. P., & Martínez, P. T. (2023). Guía de recomendaciones de diseño de infraestructura ciclista. Revista del Ministerio de Fomento, (737), 62-71.

Transporte, M. D. (2016). Guía de ciclo-infraestructura para ciudades colombianas. *Bogotá DC: C. Pardo & A. Sanz*.

PLANIFICACIÓN DEL ESTACIONAMIENTO EN VÍAS PRINCIPALES DEL CENTRO DE TUMACO-COLOMBIA

Reina-Cuero, O.N
Universidad Nacional, Colombia.

Sarmiento-Ordosgoitia
Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Nacional, Colombia.

1. Resumen

Este artículo aborda el análisis y planificación del estacionamiento en las vías principales del centro de la ciudad de Tumaco (Colombia), ciudad intermedia de 220 mil habitantes. Se caracteriza al usuario que estaciona en lo socioeconómico, motivos, duraciones del estacionamiento y se determina espacialmente el déficit de parqueaderos y la ubicación de sitios de posible construcción. La metodología consta de 6 componentes: definición de vías a estudiar, toma de datos en campo para medir la rotación de celdas de parqueo en vía, medición de la oferta de parqueaderos en la zona de estudio, exploración de la disposición a pagar y políticas de estacionamiento en vía y parqueo. Luego se analizan los resultados encontrando que la mayoría de motocicletas tiene duraciones de estacionamiento por debajo de 30 minutos, y se presenta una propuesta de controlar este tiempo para dar solución a la problemática.

PALABRAS CLAVES: estacionamiento, parqueaderos, rotación de la demanda

2. Introducción

Uno de los aspectos importantes de la movilidad vehicular de una ciudad es el estacionamiento en vía y el uso de parqueaderos fuera de vía. El primero es muchas veces insuficiente y crea más congestión cuando los vehículos particulares circulan buscando un espacio. Por eso deben establecerse reglas claras que permitan fijar límites a las zonas donde se puede estacionar y señalizar donde no es conveniente, lo mismo que establecer límites a las duraciones de estacionamiento o precios que regulen el uso del escaso espacio viario, sobre todo en centros urbanos.

Delgado (2022) afirma que la literatura del estacionamiento en vía es bastante copiosa. Además, se refiere a una estructura donde se presentan dos tiempos respecto al parqueo de vehículos, la primera se caracteriza por ofrecer suficientes lugares gratis y la segunda en ofrecer lugares en excelentes condiciones con una tarifa a un precio determinado. En este orden de ideas se piensa que una forma de controlar la demanda

es ofreciendo una cantidad regulada de parqueaderos. De esta manera surgen dos escenarios, uno es en los países desarrollados donde se ha eliminado la norma que establecía un número mínimo de parqueaderos en las zonas de comercio. Por otro lado, en los países en vías de desarrollo la orientación es distinta, pues prima la informalidad y falta de control.

En diferentes ciudades de Colombia han sido aplicadas políticas de planeación con el objetivo de definir las zonas de estacionamiento en vía y parqueaderos fuera de ella. En Barranquilla se realizó un estudio de estacionamiento sobre la vía y en lotes privados en el área de influencia del centro, cuyo objetivo es la recuperación del espacio público a través de la prohibición del parqueo sobre las aceras, buscando definir una regulación de parqueo sobre la vía y promover el desarrollo de parqueaderos públicos. Encontraron que la problemática es generalizada, influyen los cambios incontrolados de uso del suelo, la demanda insatisfecha y la invasión de espacio público, la dinámica económica y las funciones sociales de la zona (Universidad Nacional de Colombia, 2005).

En Cali se realizó un estudio de Oferta y Demanda del Estacionamiento y Formulación del Plan Piloto en diferentes zonas de la cuidad, que pretende avanzar en la implementación de un plan maestro de estacionamientos para los sectores más críticos de la ciudad; para esto realizan un diagnóstico de oferta y demanda de estacionamientos en vía y fuera de ella, analizando la rotación y ocupación para cuantificar la demanda insatisfecha y estimar la oferta requerida (Alcaldía de Santiago de Cali y Universidad del Valle, 2013).

En el caso de Tumaco, ciudad de 220 mil habitantes en el sur de Colombia, la demanda de vehículos tipo motocicletas es muy alta, para la oferta de estacionamiento en vía y fuera de ella. Es por esto que la Secretaría de Movilidad de Tumaco solicitó a la Universidad Nacional de Colombia "Elaborar una estrategia para solucionar el estacionamiento en vías principales del municipio de Tumaco". Se quiere entonces caracterizar al usuario que estaciona desde características socioeconómicas, motivos, duraciones del estacionamiento y aspectos espaciales; determinar el déficit de parqueaderos y ubicar sitios de posible construcción y plantear una estrategia de incentivos y penalizaciones para el correcto uso el espacio vial.

Este trabajo se divide en 6 capítulos y las referencias bibliográficas. En el primero se presentan los antecedentes del problema y los objetivos. En el segundo se detalla la metodología empleada para el estudio. En el tercero se hace la caracterización de la malla vial, la actividad comercial en la zona de estudio y de los parqueaderos fuera de vía. En el cuarto se presenta la toma de información en campo. En el quinto se analizan los resultados. Y Finalmente, en el sexto, se presentan las conclusiones.

3. Metodología

La metodología de este proyecto consta de 6 componentes:

1. Se eligen y caracterizan las vías en las que se va a realizar el estudio.
2. Medición de la oferta de parqueaderos fuera de vía. Primero se deben identificar los parqueaderos existentes cerca de la zona a estudiar, para luego realizarles una encuesta a los encargados del establecimiento y conocer el número de celdas, las tarifas, la seguridad y los otros servicios que brindan.
3. Medición de la demanda de los estacionamientos en vía. Con el fin de conocer la necesidad de espacios para estacionarse en las vías a estudiar, los tiempos de duración y el motivo del viaje por el cual parquean. Esta medición se denomina "Rotación de la demanda en vía". El estudio de campo de realizará durante 4 horas de un día laboral, anotando las placas de los vehículos estacionados en las vías a estudiar en intervalos de 15 minutos. Además, se toma una muestra pequeña de usuarios y se les indaga sobre el motivo del viaje por el cual parqueó.
4. Participación de la comunidad mediante un grupo focal en el que participen usuarios, peatones, comerciantes y propietarios de parqueaderos con el fin de recibir opiniones y sugerencias. Se buscan obtener distintos puntos de vista, planteándoles algunas preguntas, de modo que sea fácil interactuar con ellos.
5. Medición de la disposición a pagar por parte de los usuarios por medio de una encuesta de preferencia revelada sobre el modo que eligen hoy y dónde estacionan, y una de preferencia declarada, la cual da al usuario varias alternativas de diferentes medios de transporte con sus respectivas tarifas y el usuario escoge la que considere conveniente para él. Para ello se les plantean hasta 9 casos diferentes de elección a cada encuestado. Los resultados servirán para conocer la disposición de pagar en cuanto a las tarifas que aceptarían. Para ello se necesitarán al menos 50 encuestados.
6. Planteamiento de políticas de estacionamiento en vía y parqueo fuera de ella, este componente permite encontrar un equilibrio en las propuestas para dar solución a la problemática, además, de determinar si la capacidad de parqueaderos fuera de vía es suficiente para la demanda e incentivar a los usuarios a hacer uso de los mismos. Se organizan los datos obtenidos en campo y se identifican los tramos donde hay posibles afectaciones de la circulación vehicular. Además, se propone la ubicación de predios para ser usados como parqueaderos.

3. Caracterización de malla vial, actividad económica y parqueaderos

3.1. Caracterización de la malla vial de la zona de estudio

Se localiza y delimita la zona de estudio de la cual hacen parte las cuatro calles principales del centro de la ciudad de Tumaco. En la Fig.1, se observan las calles del estudio y en la Fig. 2 se observan las secciones de dos de ellas.

Figura. 1: Calles del estudio.

Fuente: Google Maps

Los tramos estudiados van desde los 250m (c.Santander y c.Mercedes) a los 290 metros (c. Sucre), siendo el tramo de la c.Mosquera de 270 m. Los anchos de calzada vehicular son de 7,2 m(c.Mosquera), 7m(c. Santander), 4,5m(c. Sucre) y 6,2 m (c. Mercedes).

Figura. 2: Sección vial de calle Mosquera (izq). y calle Santander (der).

3.2 Actividad económica en la zona de estudio

Se realizó un conteo aproximado de los locales comerciales existentes en las diferentes calles del estudio, encontrando en Calle Mosquera, 70 locales; en Calle Santander, 65 locales; en Calle Sucre, 88 locales; y en Calle Mercedes, 90 locales.

A lo largo de la calle Mosquera es común observar inmuebles de hasta 3 niveles donde el primer nivel tiene uso comercial (venta de ropa y calzado), y los demás niveles de uso residencial. Allí se ubican la alcaldía, la fiscalía, hoteles, droguerías y restaurantes.

La calle Santander también es de uso mixto, sin embargo, es mayor la cantidad de inmuebles con uso residencial exclusivo. En esta calle se encuentra el Coliseo, una clínica, aserríos, mini súper mercados, almacenes de ropa, entre otros. La calle Sucre, conocida como la calle de los bancos, es casi un 90% comercial. Hay hoteles, supermercados, bancos, ferreterías, papelerías, tecnología, concesionarios de motos, etc. Por último, la calle Mercedes es muy particular dado que se encuentran inmuebles residenciales de hasta cinco niveles, con establecimientos comerciales en el primer nivel. Se ubica en ella la terminal de transporte, ropa y calzado, restaurantes, entre otros.

3.3. Parqueaderos existentes en las zonas de estudio

En la zona de estudio se encontraron 4 parqueaderos (ver letra P en Fig. 1). Dos en la calle Sucre, un tercero cerca de ésta, y un cuarto al final del tramo de la calle Mosquera, con casi 300 m^2 cada uno, pero con distintas dimensiones. Ninguno de los parqueaderos tiene cámaras de seguridad y son atendidos por una persona que entrega un recibo. Los nombres de los parqueaderos, las calles en las que están ubicados, las tarifas horarias y diurnas para motos y autos, y algunas características de los clientes están en la Tabla 1.

Tabla1. Celdas de parqueaderos y tarifas en pesos colombianos de 2022

Parqueadero	Calle	Celdas Motos	Celdas autos	Tarifa/hora Moto	Tarifa/hora Auto	Tarifa/día Moto	Tarifa/día Auto
Sucre	Sucre	20	14	1000	2000	4000	8000
Coliseo del Pueblo	Sucre	10	15	1000	3000	2000	7000
El encuentro mi tío	Mosquera	90	20	1000	2000	3000	5000

Los parqueaderos, por lo general, son usados por personas que viven o trabajan cerca al sector y pagan la mensualidad del mismo, es decir, la rotación horaria es mínima, y en un día pueden entrar hasta tres autos que pagan por hora. En el caso de Sucre, al ser una zona bancaria los principales clientes son trabajadores de los bancos y demás negocios cercanos. El parqueadero Sucre es el único que ofrece servicio de lavado de vehículos.

Cerca de la calle sucre se encuentra ubicado otro parqueadero, pero este es privado, pertenece al hotel Colón y es exclusivo para el uso de huéspedes y trabajadores del lugar. En general, los parqueaderos existentes no cuentan con una tarifa controlada por alguna autoridad, no cuentan con instalaciones adecuadas y tampoco ocupan toda la capacidad del mismo dado que los particulares hacen poco uso de estos.

3.4. Toma de datos de rotación por estacionamiento en vía

Se anotaron las placas de vehículos estacionados en vía en intervalos de 15 minutos hasta completar 4 horas, no se tuvo en cuenta el horario 12m- 2p.m. que tiene pocos vehículos estacionados ya que los usuarios salen a almorzar y muchos establecimientos cierran. También se tomó una muestra de motivos de viaje.

Como se mencionó anteriormente en este artículo, se tomaron secciones de las calles Mosquera, Santander, Mercedes y Sucre, donde se realizó este estudio de campo, el cual permite visualizar donde prefieren parquearse los usuarios y conocer el déficit de parqueaderos en la zona a estudiar (Tabla 2).

Tabla 2. Estudio realizado en calle Mosquera.

Espacio para diligenciar la muestra de motivos por los cuales la persona realiza el viaje y busca estacionar.			
Placa	Motivo de Viaje	Género	Rando de edad
02-HOU58E	06	02	02
02-BHC24F	01	02	02
01-GUK541	03	02	02
02-NWC67E	03	02	02
02-HQO29D	03	01	02

3.5. Datos para medir la disposición de pagar de la comunidad

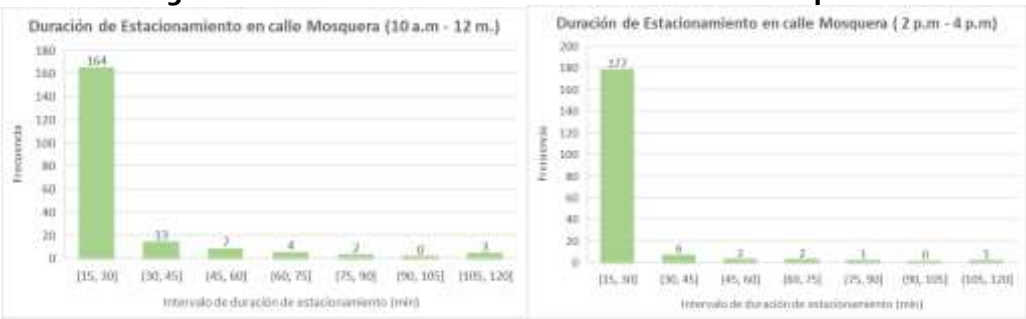
En este caso específico, se le presentó al usuario una encuesta la cual estaba dividida en dos partes, la primera de ellas es una encuesta de preferencias reveladas (Secretaría de Movilidad de Cali y Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2010) que permitió conocer datos específicos del usuario tales como: el motivo del viaje, el género y el modo de transporte que usa hoy. Por otro lado, la encuesta de preferencias declaradas (Universidad de La Laguna, 2012), la cual presentaba nueve casos, cada uno de ellos con tres alternativas: moto propia, moto taxi y bus; a su vez, cada uno de ellos con tarifas y tiempos de viaje diferentes para que el usuario pudiera escoger las opciones más convenientes en cada caso.

4. Análisis de resultados

4.1. Rotación del estacionamiento en vía

Digitalizada la información del estudio llamado "Rotación del estacionamiento en vía", se organizó de manera que se pueda obtener y entender fácilmente el tiempo de duración de un vehículo en vía. Además, de hallar el índice de rotación teórico para cada vía.

Figura. 3: Duración del estacionamiento en calle Mosquera.



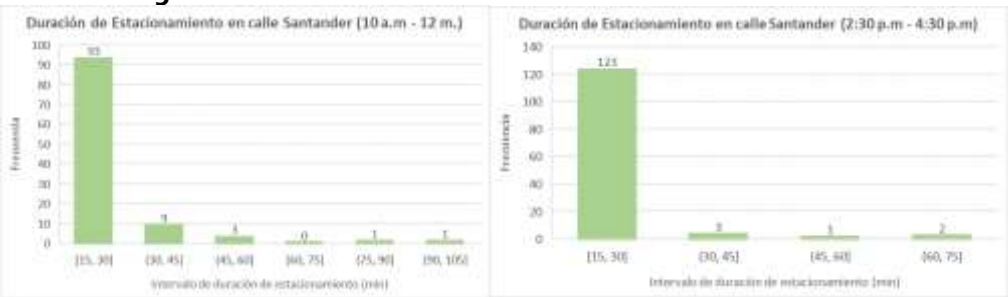
La figura 3, presenta la duración del estacionamiento en la calle Mosquera durante las 10 am hasta las 12m y de 2 p.m. a 4 p.m., esta muestra la cantidad de vehículos que parquean en vía y la duración de los mismos en el costado izquierdo de ésta. Con un total de 193 vehículos en la mañana y 189 vehículos en la tarde, aproximadamente el 85% de los usuarios estaciona de 15 a 30 minutos, evidenciando una buena rotación de clientes. Sin embargo, es necesario conocer la rotación teórica. Según Cal y Mayor & Cárdenas (2006) el índice de rotación media se puede definir el número de vehículos que se estacionan dividido entre el número de espacios para estacionar. Teniendo en cuenta que se tomó un segmento de aproximadamente 100 metros, el índice de rotación teórico es casi 2 veh/celda/hora, lo cual es una rotación de media a alta.

Por otro lado, se observa que hay cierta cantidad de vehículos que permanecen parqueados durante más tiempo de la media hora quitándole la oportunidad de parquear a otros usuarios que usan el estacionamiento por un tiempo menor, dicho de otra forma, mientras un vehículo estaciona por un lapso de dos horas, en esa misma celda se podrían haber estacionado hasta 8 vehículos con una duración de parqueo de 15 min. En este sentido, se puede concluir que en la calle Mosquera el tiempo de parqueo límite debe ser entre de máximo 30 min para evitar congestión vehicular, y usar solamente las dos bahías.

Por otro lado, se realizó el mismo estudio en la calle Santander y esta presenta condiciones similares a las de la calle Mosquera, así como se muestra en la Figura 4.

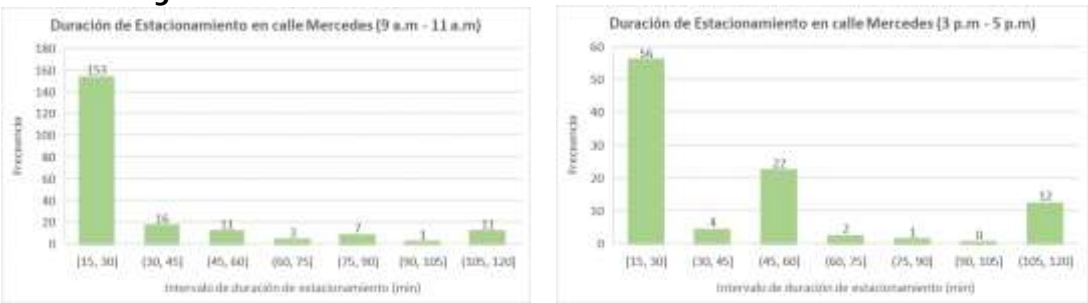
Aquí solo se tiene una bahía, pero hay más parqueaderos fuera de vía para ese 2% que tiene largas duraciones.

Figura. 4: Duración del estacionamiento en calle Santander.



A la calle Mercedes, que tiene mayores alturas residenciales sobre los comercios, le llegan más vehículos que en las estudiadas anteriormente.

Figura. 5. Duración del estacionamiento en calle Mercedes costado derecho.



A diferencia de las vías anteriores, en ésta el estudio se realizó en ambos costados siendo el lado izquierdo (mirando hacia el norte) el más ocupado por los usuarios.

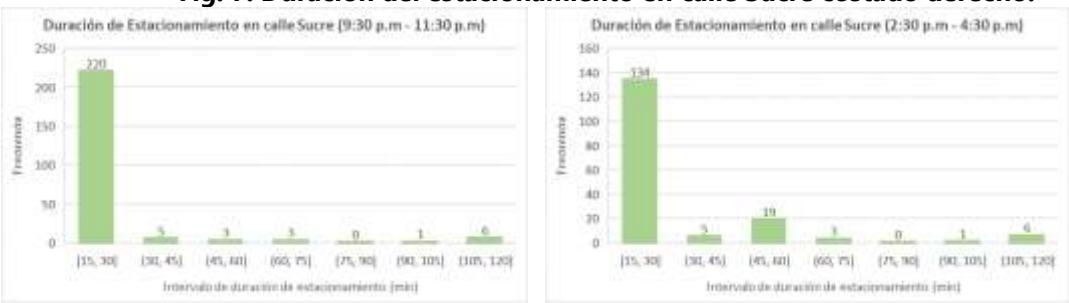
Figura. 6: Duración del estacionamiento en calle Mercedes costado izquierdo.

Como se evidencia en la Fig. 5, correspondiente al costado derecho, en horas de la mañana la cantidad de vehículos estacionados es mayor que en horas de la tarde, pero en horas de la tarde son más los que permanecen largas jornadas estacionados. Así, se puede concluir que el comercio en esta zona es más activo en la mañana y que los propietarios o trabajadores de la zona son quienes ocupan casi el 5% de las celdas existentes (duraciones mayores a una hora), pero también hay unos usuarios (20%) con

duraciones de 45 a 60 minutos que podrían ser trabajadores de la zona u otro tipo de clientes.
Por otro lado, en la Fig. 6, correspondiente al costado izquierdo el comportamiento de la vía es similar, en horas de la mañana la cantidad de vehículos es mayor sin embargo los vehículos que parquean por largas jornadas es más estable en este lado, concluyendo que estos vehículos pertenecen a trabajadores o propietarios de los establecimientos.

Por último, la llamada calle de los bancos calle Sucre, es una de las que mayor problemática tiene dado que en esta quedan ubicadas todas las entidades bancarias, supermercados, concesionarios y una gran cantidad de comercio, por este motivo, está en el foco de las autoridades de tránsito.

Fig. 7. Duración del estacionamiento en calle Sucre costado derecho.



El usuario por lo general parquea en lapsos de 15 a 30 min cuando realizan la actividad que van a realizar, y también por temor a pagar multas. Sin embargo, por este motivo, son muy pocos los vehículos que se estacionan durante largas jornadas. Con esto se concluye que los trabajadores de esta zona usan los parqueaderos existentes si tienen vehículo propio y si no, usan transporte público.

Se observó que si es efectiva la presencia de una autoridad de tránsito que regule las zonas de estacionamiento y el tiempo de parqueo.

Una vez analizados los resultados se evidencia la necesidad de crear alternativas las cuales permitan hacer el uso adecuado de las celdas en la vía y evitar obstruirlas.

4.2. Preferencias reveladas- Preferencias declaradas

Con el objeto de conocer la disposición de los usuarios de pagar por parqueo en cada zona, fue necesario caracterizar al usuario en sus condiciones actuales y sus preferencias en situaciones hipotéticas. En este sentido, se tomó una muestra de 50 usuarios entre peatones y motociclistas, los resultados fueron los siguientes:

El 54% de los usuarios encuestados fueron mujeres. El motivo de viaje de los encuestados fue 70% el trabajo, 4% el estudio y 26% las compras. El modo de transporte que usa hoy es 60% la moto propia, 30% el mototaxi y 10% el bus.
Para la encuesta de preferencias declaras (PD) se presentó al usuario 9 casos (Tabla 3), cada uno con 3 alternativas (moto propia, mototaxi y bus) y cada alternativa a su vez tiene dos variables (costo y tiempo). En cada caso, el encuestado seleccionaba una alternativa.

Tabla 3. Casos, alternativas y variables suministradas en la PD.

		CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6	CASO 7	CASO 8	CASO 9
MOTO PROPIA	PRECIO	$ 4.000,00	$ 4.000,00	$ 4.000,00	$ 4.500,00	$ 4.500,00	$ 4.500,00	$ 6.000,00	$ 6.000,00	$ 6.000,00
	TIEMPO VIAJE (min)	10	12	15	10	12	15	10	12	15
MOTO TAXI	PRECIO	$ 2.000,00	$ 3.000,00	$ 3.000,00	$ 2.000,00	$ 5.000,00	$ 3.000,00	$ 5.000,00	$ 5.000,00	$ 2.000,00
	TIEMPO VIAJE (min)	12	12	8	10	10	10	8	12	8
BUS	PRECIO	$ 2.200,00	$ 2.000,00	$ 2.200,00	$ 2.200,00	$ 2.000,00	$ 2.000,00	$ 1.800,00	$ 1.800,00	$ 1.800,00
	TIEMPO VIAJE (min)	20	20	15	25	15	25	20	15	25

Realizando un cruce de información de los nueve casos, se obtiene un total de 450 datos donde el 38% de los encuestados prefieren la moto propia pagando por el parqueo de la misma, el 40% prefiere la moto taxi y el 22% bus. Con esta información se concluye que:

- Muchos usuarios prefieren usar la moto propia, aun cuando su uso conlleva a pagar un parqueadero. Según lo analizado en los diferentes casos, cabe aclarar, que el usuario valora el tiempo de viaje siempre y cuando el costo por parqueo no sea muy alto, una vez esto pase prefiere utilizar las otras dos alternativas.
- La mayoría de usuarios prefirió la alternativa mototaxi, que implica no pagar parqueadero e invertir un menor tiempo de viaje. Sin embargo, se observó cómo el usuario cambia de alternativa cuando el costo de ésta es muy alto. Cuando el parqueadero supera los 4500 pesos/día, casi nadie usa la motocicleta propia.
- Por último, un 25% de los encuestados eligieron la alternativa bus ya que, aunque el tiempo de viaje es alto, los precios en la mayoría de los casos fueron muy bajos comparados con las otras dos alternativas.

5. Conclusiones

La duración general del estacionamiento en la zona de estudio es de menos de 30 minutos para el 80 a 95% de los vehículos. Sin embargo, los vehículos de mayores duraciones restan capacidad a los de corta duración, haciendo que las bahías, donde existen, sean insuficientes, y en otros casos, que se usen para estacionar ambos costados de las vías.

Después de conocer detalladamente las necesidades de los usuarios, peatones, comerciantes y propietarios, el déficit de parqueaderos y las necesidades de los mismos, se proponen las siguientes estrategias:

- Permitir el parqueo de vehículos en las principales vías (en un solo sentido) por un lapso no mayor a 30 min sin costo o multa alguna. Esto con ayuda de un moderador o agente permanente.
- Establecer parámetros de seguridad y tarifas para los parqueaderos ya existentes, así como también brindar instalaciones adecuadas para prestar el servicio de estacionamiento.
- Se propone que la alcaldía ofrezca incentivos para que la empresa privada habilite un parqueadero en alguna de las calles diferentes a Sucre, con el fin de aumentar la oferta. También podría pensarse en un futuro parqueadero cerca al parque principal.

6. Referencias Bibliográficas

Delgado, M. (2022) planificación estratégica de estacionamientos en vía considerando competencia entre vehículos de pasajeros y de carga. Universidad del Norte.

Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ingeniería. (2005). Estudio de Estacionamientos Sobre la Vía y en Lotes Privados en el Área de Influencia Del Centro Expandido De Barranquilla.

Alcaldía de Santiago de Cali y Universidad del Valle. (2013). Estudio de actualización de Oferta y Demanda del Estacionamiento y Formulación de Plan Piloto en la Zona del Centro Global Municipio de Santiago de Cali.

Secretaría de Movilidad de Cali y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2010). Pliegos de Contratación de Encuestas de Preferencias Declaradas y Reveladas.

Universidad de La Laguna, Metodología de Encuestas, Vol. 14 (2012), Rosa González, Eduardo Martínez y Arnaldo Esquivel, Contraste de las Preferencias Declaradas con las Preferencias Reveladas.

ÁREAS TEMÁTICAS

MOVILIDAD ACTIVA Y MODALIDADES ALTERNATIVAS (A PIE, BICICLETAS, MOTOS, MOTOTAXIS, METROCABLES Y OTROS)

ESTUDO SOBRE EVIDÊNCIAS DE REDUÇÃO DE ACIDENTES COM CICLISTAS NO RECIFE COM O AUMENTO DA INFRAESTRUTURA CICLOVIÁRIA

Érika Julliany de Oliveira Mendes
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Brasil

Reuber Arrais Freire
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Brasil

Leonardo Herszon Meira
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Brasil

1. Resumo

Nos centros urbanos, as ciclofaixas e ciclovias que são destinadas a circulação de bicicletas vêm se intensificando cada vez mais e se tornando pauta para os projetos que visam melhorar a mobilidade urbana. Recife, capital do estado de Pernambuco, uma das capitais mais antigas do Brasil, sofre bastante com congestionamentos no trânsito. Para Magano Bastos (2010), a questão da mobilidade urbana é um dos graves problemas que a maioria das cidades brasileiras enfrentam devido à falta de planejamento do uso do solo e da sua relação com os transportes.

Em 2022, segundo dados da pesquisa realizada pela companhia holandesa TomTom Traffic Index (TOMTOM, 2022), a capital pernambucana apresentou o maior nível de congestionamento do país, cerca de 220 horas por ano em congestionamento; velocidade média de 21 km/h; média de 22 min e 50 segundos em viagens por 10 km, deixando pessoas que passam por essas situações com elevados níveis de estresse e perdendo grande parte do seu dia nas ruas sem interação social e com o meio ambiente.

Segundo o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), no artigo 58, Lei Federal nº. 9.503/1997 (BRASIL, 1997), o trânsito em condições seguras, é um direito de todos e dever dos órgãos e entidades componentes do Sistema Nacional de Trânsito. A geometria das vias para deslocamento seguro dos ciclistas envolve diversos fatores. Para desenvolver infraestruturas viárias adequadas para ciclistas é necessário implantar ciclovias, com segregação física; ciclofaixas, com segregação por sinalização, elementos de adequação de velocidade, como as placas de sinalização, fiscalização eletrônica ou adaptações do desenho urbano, tornando as vias mais estreitas e as calçadas mais largas, por exemplo.

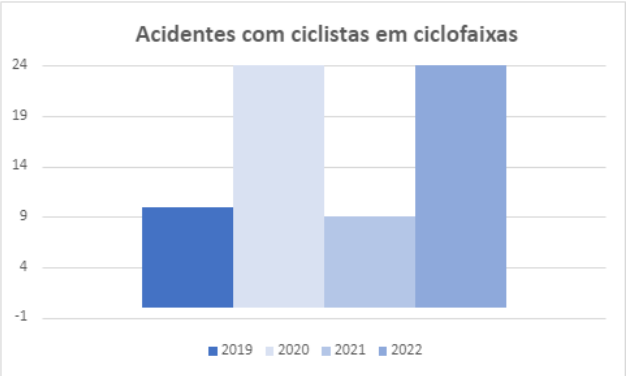
Como contraponto argumentativo a essa situação do Recife, o governo Holandês começou suas mudanças em favor das bicicletas nos anos 1970. Quando aconteceu o auge automobilístico, a cidade não suportou. Por não ter sido projetada para o trânsito intenso de carros, no ano de 1971, de acordo com dados do Pedala Saudável (2019) mais de 400 crianças morreram devido a acidentes envolvendo automóveis e juntamente com a crise do petróleo, dificultou ainda mais sustentar o modelo automotivo como dominante. Depois de várias lutas da população, em 1980, o uso da bicicleta tornou-se não apenas um meio de transporte, mas uma cultura. A geografia plana do país ajuda, mas usá-la como explicação do uso das bicicletas como o maior meio de transporte é irrisório. Plana ou não plana, a Holanda estaria hoje com imensos corredores de automóveis se não fossem as iniciativas populares apoiadas pelo governo.

Desta forma, este artigo tem como objetivo estudar evidências de redução de acidentes com ciclistas no Recife com o aumento da infraestrutura cicloviária. A ideia é apresentar algumas das razões técnicas para o planejamento de rotas cicláveis em Recife, baseadas no índice de acidentes de trânsito no período da Covid-19 a 2022 através de dados fornecidos pela Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano de Recife (CTTU). O estudo será feito por meio de modelos estatísticos comparando o percentual de acidentes em ciclovias com os acidentes com ciclistas em regiões em que não existem malha cicloviária implantada. Assim se poderá saber onde ocorre o maior índice de colisões na cidade buscando chamar a atenção para a importância da mobilidade ativa e da sustentabilidade ambiental.

Com análise de dados de acidentes do CTTU observando onde ocorreu acidente com ciclista e através de históricos com o uso do Google Street View para conseguir obter a série da situação temporal das ruas da cidade do Recife, se existia ou não ciclofaixas/ciclovias no período da COVID-19 até o ano de 2022. A capital pernambucana tem tido um aumento considerável em sua malha cicloviária, principalmente em 2019, atingindo um total de 103 km. Até 2013 a sua malha cicloviária era de 76,96 km. Várias pessoas aderem à bicicleta para evitar aglomerações no transporte público durante a pandemia. e pensando em mobilidade, o governo investiu bastante em ciclofaixas nesse ano, sendo o ano em que a malha mais cresceu. No ano de 2020, existia cerca de 157 km de ciclovias já construídas, porém devido a pandemia, muitas pessoas não saiam de casa e não utilizavam o meio de transporte, o que em 2020, conforme gráfico 1, aumentou o índice de acidentes com ciclistas nas ciclofaixas, pois muitos dos usuários dos modais de transportes não estava adaptados com as novas implementações das ciclovias nas ruas. No ano de 2021, com 163 km de malha cicloviária houve uma queda relativamente positiva de acidentes dentro nas ciclofaixas e no ano de 2022, com 173 km de malha rodoviária o índice de acidentes em ciclofaixas acabou aumentando, o que é diretamente proporcional ao uso maior

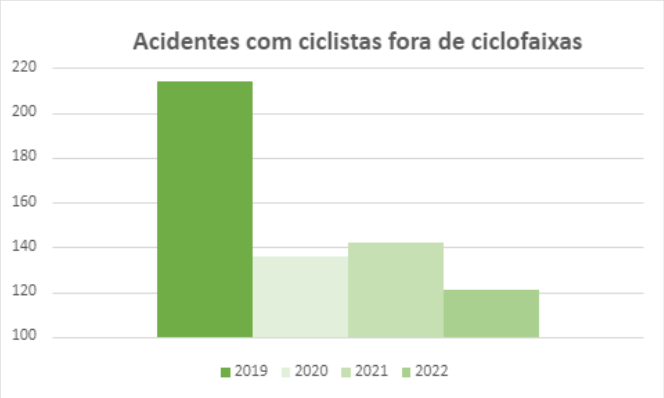
de bicicletas. Devido a grande malha cicloviária presente e ao grande fluxo de carros nas ruas e extensos congestionamentos, o que causa o aumento dos índices de acidentes em todos os modais de transportes sendo o ano de 2022 o maior índice de acidentes desde o COVID-19, mesmo que tenha uma quilometragem razoavelmente considerável o maior problema é a descontinuidade dessas ciclofaixas, não existe ainda, mesmo com o passar dos anos uma conexão entre os bairros, o que evidencia que a bicicleta não está sendo considerada como um meio de transporte, mas são como instrumento de lazer. As principais vias da cidade não interligam a origem e o destino do ciclista, fazendo com que ele tenha que trafegar por vias sem proteção, sendo importante implementar políticas públicas para conscientização sobre a mobilidade e proteção dos ciclista através de ajuste na malha transformando-a em uma malha composta por ciclovias, quando a segregação é total, com proteção física do tráfego veicular e não por ciclofaixas como é composta a malha e sabe-se que não protege totalmente o ciclista, pois a segregação do tráfego de veículos é parcial, feita apenas com tachões e sinalização causando ainda acidentes devido a que os outros modais não respeitam as segregações parciais das estradas como deveriam, em grande maioria, os motoristas de motos e os de automóveis.

Gráfico 1: Acidentes com ciclistas em ciclofaixas



Fonte: CCTU

Gráfico 2: Acidentes com ciclistas fora de ciclofaixas



Fonte: CTTU

Referências Bibliográficas:

Código de Trânsito Brasileiro - CTB. *Lei nº 9.503. 23 de setembro de 1997*.Disponível em:https://www.ctbdigital.com.br/artigo/art58#:~:text=Nas%20vias%20urbanas%20e%20nas,com%20prefer%C3%AAncia%20sobre%20os%20ve%C3%ADculos .Acesso em: 18 de set de 2023

Como a Holanda se tornou o país das bicicletas. Cicle James, 01 de abril de 2019 Disponível em :https://pedaladasaudavel.com.br/como-a-holanda-se-tornou-o-pais-das-bicicletas/. Acesso em 15 de set de 2023

Fietsgeluk: o conceito holandês de felicidade do ciclismo. Somos Cidade,13 de março de 2023 Disponível em: https://caosplanejado.com/fietsgeluk-felicidade-do-ciclismo/.Acesso em 13 de set de 2023

GOOGLE MAPS. Disponível em: https://www.google.com.br/maps/preview. Acesso em: 12 de set de 2023

Instituto de Conhecimento para Política de Mobilidade - Principais números Mobilidade 2022.Disponível em: https://www.kimnet.nl/mobiliteitsbeeld/publicaties/publicaties/2022/11/15/kerncijfers-mobiliteit-2022 Acesso em 10 de set de 2023

LITMAN, T. "*Evaluating Criticism of Smart Growth*". Victoria Transport Policy Institute, pp. 1-67, Canada. 2003. Disponivel em: http://www.vtpi.org/sgcritics.pdf. Acesso em 26 de set de 2023

MACHADO, Pauline. *Brasileiros perderam mais de 200 horas em congestionamentos no ano de 2022* Disponivel em: https://www.portaldotransito.com.br/noticias/mobilidade-e-tecnologia/mobilidade-urbana/brasileiros-perderam-mais-de-200-horas-em Acesso em: 10 de set

Nunes, S. M. (2015) *Planejamento Urbano do Recife: Futuro do Pretérito*. (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

RECIFE, Prefeitura Municipal. *Malha cicloviária do Recife* Disponível em: http://dados.recife.pe.gov.br/pt_BR/dataset/malha-cicloviaria-do-recife. Acesso em: 10 de set de 2023

RECIFE, Prefeitura Municipal. *Acidentes de trânsitos com e sem vítimas.* Disponível em: http://dados.recife.pe.gov.br/pt_BR/dataset/acidentes-de-transito-com-e-sem-vitimas. Acesso em: 10/09/2023

RECIFE, Prefeitura Municipal. Plano de Mobilidade Urbana do Recife Disponível em: http://planodemobilidade.recife.pe.gov.br/node/9.Acesso em 12 de set de 2023

Relatório Da Malha Cicloviária No Município - CTTU. Disponível em: https://cttu.recife.pe.gov.br/sites/default/files/2023-08/RELAT%C3%93RIO%20DA%20MALHA%20CICLOVI%C3%81RIA%20NO%20MUNIC%C3%8DPIO%202108.pdf . Acesso em 12 de set 2023

ÁREAS TEMÁTICAS

MOVILIDAD, EQUIDAD E INCLUSIÓN

INFRAESTRUCTURA PEATONAL REQUISITOS MÍNIMOS, CASOS PMR: SECTOR MARIDIAZ, PASTO, NARIÑO

Andrea Marcela Barón Collazos
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, ambaronc@unal.edu.co

Natali Gómez Mañunga
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, natgomezman@unal.edu.co

Juliana Tegüé Mosquera[3]
Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, jtegue@unal.edu.co

1. Introducción

En la actualidad, la planificación deficiente del desarrollo urbano es uno de los principales problemas en las ciudades, generando desequilibrios en diversos sistemas. A pesar de la importancia de la movilidad sostenible y la equidad en el transporte y la planificación urbana, estos conceptos son subestimados. En Pasto, Nariño, el 23% de la población enfrenta limitaciones físicas o sensoriales que afectan su movilidad, careciendo de una infraestructura adecuada según el Plan de Movilidad Urbana. Las aceras estrechas, irregulares y con obstáculos dificultan el desplazamiento de personas con discapacidades, mientras que la escasa cantidad de pasos peatonales accesibles aumenta el riesgo al cruzar la calle. Este escenario representa un desafío significativo en términos de accesibilidad en la ciudad.

Lo anterior, es más visible en el sector Maridiaz que comprende la calle 18 entre las carreras 32 y 35 de la ciudad de Pasto en Nariño, zona en la cual se desarrollará la presente investigación.

Figura 1: Sector Maridiaz, calle 18.

Fuente: (Google Earth, 2023).

Así pues, esta investigación tiene como objetivo evaluar los requisitos mínimos con los que debe cumplir la infraestructura peatonal para mejorar la accesibilidad e inclusión de personas con movilidad reducida. Se optó por implementar un enfoque

metodológico que abarca la revisión de leyes y decretos que rigen el transporte y la movilidad en Colombia, realización de un diagnóstico virtual del sector, y por último se llevó a cabo una encuesta de percepción sobre la infraestructura peatonal, alcanzando un total de 100 respuestas.

2. Resultados

2.1. Marco Legal:

Dentro la normativa nacional vigente se encontró el Decreto 1079 de 2015, reglamentado en la ley 769 de 2002, el cual establece especificaciones para la movilidad activa donde se menciona la obligación de construir y mantener la infraestructura necesaria para el tránsito de peatones. Por otro lado, se encontraron las siguientes especificaciones mínimas para la infraestructura peatonal para PMR:

- Anchura de las aceras: las aceras deben tener un ancho mínimo de 1,20 metros para permitir el paso de personas con sillas de ruedas o dispositivos de movilidad.
- Pendientes: las pendientes de las aceras deben ser inferiores al 8% para facilitar el desplazamiento de personas con sillas de ruedas o dispositivos de movilidad. Vale la pena mencionar que la pendiente varía según la topografía.
- Pasos peatonales: los pasos peatonales deben tener una longitud mínima de 3 metros para permitir el paso de personas con sillas de ruedas o dispositivos de movilidad.

Adicionalmente el manual de Accesibilidad al Medio Físico y Transporte del Ministerio de Transporte establece los requisitos que deben cumplir las infraestructuras peatonales con o sin limitaciones físicas de manera muy detallada. Este manual dice lo siguiente respecto a las personas con movilidad reducida:

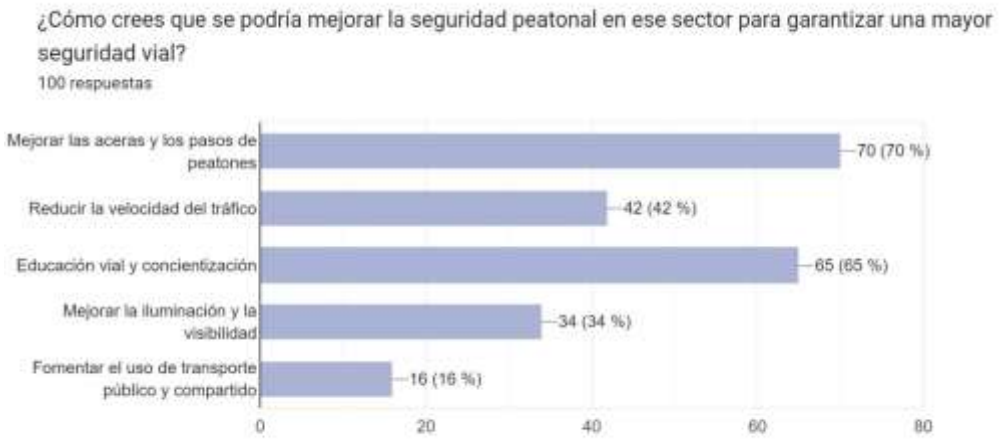
- En los casos donde las pendientes de los andenes y pasos peatonales, la longitud máxima de los tramos de las rampas se define en función de las pendientes así:
    - Rangos entre 4,1% y 6% de pendiente, tramos máximos de 16 m.
    - Rangos entre 6,1% y 8% de pendiente tramos máximos de 10 m.
    - Rangos entre 8,1% y 10% de pendiente tramos máximos de 5 m.
    - Rangos entre 10,1% y 12% de pendiente tramos máximos de 3 m.

2.2. Encuesta

La encuesta se realizó a 100 participantes con el fin de recopilar información y datos cruciales sobre la seguridad en la calle 18, entre las carreras 32 y 40. Los resultados fueron fundamentales para identificar factores que actualmente obstaculizan la movilidad cómoda y segura de los peatones en dicha zona, a partir de estos fue posible establecer lo siguiente:

Según la encuesta, en la cual el 60 % de los encuestados eran peatones, el 52,3 % de los participantes perciben que la infraestructura peatonal en el sector es de un nivel 3, donde 1 representa pésimo y 5 óptimo. Además, el 81,8% opina que la infraestructura peatonal no es adecuada para personas con movilidad reducida. Dentro de las preguntas se incluyó la siguiente pregunta abierta: "¿Cómo crees que se podría mejorar la seguridad peatonal en este sector para garantizar una mayor seguridad vial?", la cual posterior a una depuración arrojó como principales las siguientes estrategias:

Figura 2. Resultados pregunta 10 de la encuesta. Fuente: (Autores, 2023)



2.3. Diagnóstico virtual

Con ayuda de la herramienta de Google EARTH, Google Street se realizó un diagnóstico detallado de la infraestructura peatonal de la calle 18 comprendida entre las carreras 32 y 35, la cual cuenta con 350 metros de longitud. Donde se observa que dicha calle tiene diferentes medidas, como se muestra a continuación.

Figura 3. Ancho de andenes del sector de la calle 18 comprendida entre las carreras 32 y 35.

Fuente: (Google Earth, 2023)

De acuerdo con lo registrado en las imágenes, se evidencia que solo dos tramos de la zona peatonal cumplen con las medidas requeridas para el tránsito de PMR. Con lo cual en las zonas donde no se cuenta con el ancho suficiente lamentablemente dichos usuarios se ven obligados a utilizar la calzada vehicular.

3. Conclusiones y recomendaciones

En la actualidad, la ciudad de Pasto, particularmente el sector Maridiaz, enfrenta desafíos significativos relacionados con la accesibilidad y la planificación urbana inadecuada. La infraestructura peatonal presenta notables deficiencias, como aceras estrechas y obstáculos, dificultando la movilidad de personas con movilidad reducida. A pesar de las regulaciones existentes, como el Decreto 1079 de 2015 y la ley 769 de 2002, que establecen requisitos mínimos para la infraestructura peatonal, la realidad en el terreno muestra una brecha entre las normativas y su implementación efectiva.

Es por esto que se considera crucial integrar principios de movilidad sostenible y equidad en la toma de decisiones de planificación urbana, acompañando dichos instrumentos con campañas de concientización y programas de seguimiento y mantenimiento a las intervenciones de infraestructura a las que hubiera lugar. De igual manera, la participación activa de la comunidad se presenta como esencial para identificar áreas problemáticas y contribuir en la búsqueda de soluciones con el objetivo transformar el sector en un entorno urbano más inclusivo y seguro para todos los ciudadanos.

4. Referencias Bibliográficas

Consejo Nacional de Discapacidad (2023). Informe sobre el estado de la discapacidad en Colombia. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/notas-estadisticas-casen/abril-2023-DiscapCuidadores.pdf

Google Earth, (2023).

Plan de Movilidad Urbana de Pasto, Nariño (2022). Alcaldía de Pasto.

Ministerio de Transporte de Colombia. (2022). Guía para el diseño de infraestructura peatonal accesible. Bogotá, Colombia: Ministerio de Transporte de Colombia. https://www.mintransporte.gov.co/descarga.php?idFile=4298

ÁREAS TEMÁTICAS

TRANSPORTE DE CARGA

EVALUACIÓN DEL APROVECHAMIENTO DE LOS PROYECTOS DE SISTEMAS FERROVIARIOS PARA EL ABASTECIMIENTO URBANO EN CIUDADES COLOMBIANAS: EL CASO DEL REGIOTRAM DE OCCIDENTE (BOGOTÁ) Y EL TREN DE CERCANÍAS DEL VALLE DEL CAUCA.

Bocarejo, J.P.
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de Los Andes, Colombia.
jbocarej@uniandes.edu.co

Cruz, P.A.
Departamento de Ingeniería Civil e Industrial, Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia.
paola.cruzd@javerianacali.edu.co

Galvis López,D
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de Los Andes, Colombia.
d.galvisl@uniandes.edu.co

Sánchez, M.
Departamento de Ingeniería Civil e Industrial, Pontificia Universidad Javeriana Cali, Colombia.
Mileidy281201@javerianacali.edu.co

1. Resumen

Este estudio explora la integración del transporte de carga en los sistemas ferroviarios de pasajeros, centrándose en el modelo Freight on Transit FOT, (Cochrane, K., Saxe, S., Roorda, MJ y Shalaby, A. 2017). El FOT propone utilizar redes ferroviarias urbanas para el transporte simultáneo de pasajeros y mercancías, con el objetivo de reducir los vehículos de carga en áreas urbanas, aliviar la congestión del tráfico y mitigar las emisiones.

Examinando el corredor férreo del Valle del Cauca y la iniciativa Regiotram de Occidente en la Sabana de Bogotá, la investigación aboga por un enfoque de doble propósito, incorporando el transporte de carga para abastecer centros de distribución urbanos y zonas industriales.

Los aspectos clave abordados incluyen la exploración de la viabilidad de este modelo de operación a través de un análisis Multi Actor Multi Criterio, MAMCA (Macharis, De Witte, & Turcksin, 2010) que considera variables como los costos de operación, sostenibilidad ambiental, congestión, tiempos de viaje de los pasajeros e impacto social. Este estudio ofrece conclusiones preliminares valiosas para formuladores de

políticas, urbanistas y autoridades de transporte, facilitando la toma de decisiones informadas en la planificación sostenible del transporte urbano.

2. Introducción

En el dinámico entorno urbano de Bogotá y Cali, donde la movilidad de personas y mercancías converge en un complejo entramado, la eficiencia del transporte de carga se rige como un pilar crucial para el desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos.

El Regiotram de Occidente y el corredor férreo del Valle del Cauca en Cali un tren eléctrico concebido para movilizar diariamente a una considerable cantidad de personas entre Bogotá/ Cali y municipios vecinos, ha sido exitosamente diseñado para aliviar la congestión del transporte de pasajeros. Sin embargo, en estos proyectos, aún no ha sido explorado en términos de su potencial para desempeñar un papel fundamental en la cadena de abastecimiento de mercancías. ¿Podría este tren convertirse en un corredor estratégico para el transporte eficiente de bienes, operando en horarios alternativos para minimizar los impactos negativos en la infraestructura vial urbana? Ambos proyectos están ubicados cerca de plazas de mercado y centros de acopio, lo que genera externalidades negativas en cuanto a tráfico, ocupación del espacio público y prácticas ineficientes de estacionamiento de vehículos de carga. Este estudio busca involucrar activamente a expertos y stakeholders en la identificación de desafíos y en la co-creación de soluciones viables.

3. Revisión de literatura

La revisión de literatura presenta investigaciones y propuestas que exploran innovadores enfoques para abordar los desafíos del abastecimiento urbano de carga en entornos urbanos con el aprovechamiento de corredores férreos. Behiri, W., Belmokhtar-Berraf, S. y Chu, C. (2018), Delle Donne, D., Alfandari, L., Archetti, C., & Ljubić, I. (2023), Kelly, J., & Marinov, M. (2017) Y Galkin, A., Schlosser, T., Galkina, O., Hodáková, D. y Cápayová, S. (2019).

Con el propósito de analizar y proponer soluciones a la problemática específica de las ciudades de Cali y Bogotá, este documento se embarca en la tarea de evaluar tres alternativas de "Freight-On-Transit" (FOT) (Cochrane, K., Saxe, S., Roorda, MJ y Shalaby, A. 2017) en estos contextos urbanos, buscando mitigar la congestión vehicular, reducir las emisiones contaminantes y optimizar la logística asociada.

En el ámbito de los sistemas de metro, el estudio "A Mixed Decision Strategy for Freight and Passenger Transportation in Metro Systems" Ye, Y., Guo, J. y Yan, L. (2021) presenta una estrategia innovadora al proponer la implementación de transporte mixto de carga

y pasajeros durante las horas de menor actividad. Este enfoque busca aprovechar eficientemente la infraestructura existente y proporcionar una alternativa sostenible al transporte de carga por carretera.

Complementariamente, el estudio "Innovative Interior Designs for Urban Freight Distribution Using Light Rail Systems" Kelly, J., & Marinov, M. (2017). profundiza en diseños específicos para vagones de metro destinados a la distribución de mercancías en áreas urbanas, desde el diseño actual hasta sistemas totalmente automatizados. Se emplea software de diseño y se presentan casos de estudio en el sistema de metro de Tyne and Wear, destacando la intención de maximizar la eficiencia del transporte de carga mediante la utilización de sistemas de transporte público existentes.

4. Metodología y procedimientos

1. Identificación de las fuentes relevantes de información sobre los proyectos ferroviarios en cuestión, trazados de las rutas e información presentada en las fases de factibilidad y prefactibilidad, además de un trabajo de campo que incluye visitas a diferentes organismos públicos y otras instituciones para la recolección de datos primarios.
2. Elaboración del estado del arte con el fin de contextualizar la temática e identificar proyectos donde se han aplicado conceptos de FOT.
3. Diseñar una encuesta tipo MAMCA que es un enfoque de análisis multicriterio que involucra a un amplio grupo de actores interesados en la evaluación de una determinada alternativa o escenario. El objetivo de la MAMCA es identificar la alternativa o escenario que mejor satisfaga las necesidades y objetivos de todos los actores involucrados.
4. Identificar el grupo de actores involucrados (académicos y expertos, galería /plaza de mercado, industrias, pasajeros e instituciones públicas) como las variables a evaluar para cada alternativa (congestión, contaminación, tiempo de viaje, facilidad de implementación, costos de operación, normatividad de transporte, beneficio social).
5. Aplicación de la encuesta a cada uno de los grupos de actores y procesar los datos obtenidos con el fin de identificar la alternativa más viable.
6. Conclusiones, incluida también en el informe final, donde además se expondrán las correlaciones más relevantes, debidamente sustentada. Determinando así la alternativa más óptima y haciendo aportes para futuras investigaciones.

5. Avances y resultados

Se quieren evaluar los escenarios para el abastecimiento de ciudades por medio de sistemas ferroviarios de transporte público de pasajeros, de 1 a 5 siendo 5 el de mayor importancia cómo calificaría usted las siguientes variables

Comparativa E1 – E2 – E3 de acuerdo con variables propuestas y respuestas de grupos de interés.

Plazas de Mercado

Pasajeros

6. Conclusiones y Futuras búsquedas

El análisis se centró en dos proyectos, el Regiotram de Occidente y el corredor férreo del Valle del Cauca. Ambos proyectos, inicialmente diseñados para el transporte eficiente de pasajeros, se revelan como activos infrautilizados en términos de su potencial para contribuir a la cadena de abastecimiento de mercancías. La investigación propuso tres alternativas: remolques de carga alimentados por la misma fuente de energía que el tren de pasajeros, transporte de pasajeros y carga en el mismo tren en horarios distintos, y el transporte simultáneo de pasajeros y carga en horas valle.

7. Referencias Bibliográficas

Behiri, W., Belmokhtar-Berraf, S., & Chu, C. (2018). Urban freight transport using passenger rail network: Scientific issues and quantitative analysis. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 115, 227-245.

Cochrane, K., Saxe, S., Roorda, MJ y Shalaby, A. (2017). Transporte de carga en transporte público: mejores prácticas, desafíos y oportunidades. Revista Internacional de Transporte Sostenible , 11 (2), 120-132.

Delle Donne, D., Alfandari, L., Archetti, C., & Ljubić, I. (2023). Freight-on-Transit for urban last-mile deliveries: A Strategic Planning Approach. Transportation Research Part B: Methodological, 169, 53-81.

Galkin, A., Schlosser, T., Galkina, O., Hodáková, D. y Cápayová, S. (2019). Investigar el uso del transporte público urbano para el reparto de mercancías. Procedia de investigación del transporte , 39 , 64-73

Kelly, J., & Marinov, M. (2017). Innovative interior designs for urban freight distribution using light rail systems. Urban Rail Transit, 3, 238-254.

Macharis, C., De Witte, A., & Turcksin, L. (2010). The Multi-Actor Multi-Criteria Analysis (MAMCA) application in the Flemish long-term decision making process on mobility and logistics. Transport Policy, 17(5), 303-311.

CIERRE

En el XXII CLATPU se presentaron 95 trabajos, siendo 89 de ellos ponencias y 6 posters. Casi un tercio de los trabajos (32) fueron presentados por autores de Colombia, seguidos por 14 de México, 11 de Brasil, 8 de Argentina, 5 de República Dominicana, 4 de Costa Rica, Chile y Perú, 3 de Venezuela y Cuba, 2 de España y Estados Unidos y 1 de Canadá, Ecuador y Países Bajos. De los 11 temas establecidos, la mayoría de las ponencias (21) disertaron sobre Desarrollo Urbano, Transporte y Movilidad, seguido por Movilidad, Equidad e Inclusión (12) y Seguridad Vial e Ingeniería de Tránsito, Movilidad Activa y Modos Alternativos (11), Transporte Público (11), Gobernanza (9), Planeamiento (4), Innovaciones y Desarrollo Tecnológico (3), Ambiente y Mercado Energético (2), Financiamiento (2) y Transporte de Carga (2).

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos los ponentes por sus trabajos y presentaciones en las sesiones técnicas, a los conferencistas y miembros de paneles que aceptaron nuestras invitaciones, a los miembros del comité de selección de trabajos por su apoyo en la tarea de revisar todos los trabajos, y a todos los que actuaron como coordinadores de sesiones y como moderadores de las sesiones técnicas.

También agradecemos a las diferentes personas e instituciones que forman parte del Comité Organizador Local por el apoyo recibido para realizar este XXII CLATPU. Gracias al Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre (INTRANT), a la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD Alcaldía del Distrito Nacional (ADN), a la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), al Colegio Dominicano de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores (CODIA), al Consejo Nacional de Discapacidad (CONADIS) al Fideicomiso para el Desarrollo del Sistema de Transporte Masivo de la República Dominicana (FITRAM) y a la Liga Municipal Dominicana (LMD).

Queremos agradecer igualmente a todas las empresas e instituciones que patrocinaron este congreso y a Grupo Elis por su eficiente apoyo en la secretaría de este congreso.

Con la gentileza y colaboración de todos, fue posible la realización de este XXII CLATPU.