



# DEFINICIÓN, MEDICIÓN Y GESTIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO DEL TRANSPORTE PÚBLICO PARA CIUDADES DE AMÉRICA LATINA

**Título: Definición, Medición y Gestión de la Calidad de Servicio del Transporte Público para Ciudades de América Latina**

Depósito Legal: DC2022001414  
ISBN: 978-980-422-286-3

**Gerencia de Desarrollo Urbano, Agua y Economías Creativas  
CAF - banco de desarrollo de América Latina**

**Autoría de contenidos**

REDES Planejamento e Política Pública em Mobilidade Urbana

Germán Freiberg (Coordinación)  
David Escalante Sánchez  
Renan Monteiro Carioca Freire  
Steffano Esteves de Vasconcelos  
Tainá Andreoli Bittencourt  
Thalia Hernández  
Josefina Cicconetti (revisión de textos)

Instituto del Sur Urbano

Ivan de La Lanza

CAF

Harvey Scorcia (Coordinación)

**Equipo de revisión de CAF**

Soraya Azán, Walter Cont, Harvey Scorcia, y Catalina Vanoli.

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF.

**Créditos fotografías**

Ciudad de México: Organismo público descentralizado Metrobús (portada, páginas 6, 8, 22, 105, 142, 160, 164, 188-189, 222-223) y David Escalante (páginas 150, 151, 152, 173); Montevideo: Intendencia de Montevideo (páginas 35, 50, 88, 194, 206) y Diego Battiste/Proyecto MOVÉS/PNUD (página 117); Rio de Janeiro: Prefeitura do Rio de Janeiro / WRI Brasil(páginas 10, 62)

**Diseño gráfico**

Alejandra Pérez Jiménez

**Agradecimientos**

Ciudad de México - Metrobús: Fredy Velázquez Jiménez • Candi Ashanti Domínguez Manjarrez • Juan Carlos Hernández Corona • Roberto Capuano • Rosario Castro Escorcia • Aldo Cerezo • Tomás Pérez • Ricardo Delgado • Karina Cabello Mora • Vania Terrones Barrera • Gabriel Gaspar Galindo.  
Rio de Janeiro - SMTR: Bernardo Serra • Lauro Silvestre • Rafael Nishimoto • Guilherme Braga Alves • Gabriel Tenenbaum • Maína Celidonio • Glaucio Rodrigues • Vasco Acioli e Manuel Faria • Tatiana Rodrigues • Paula Leopoldina.  
Montevideo - STM: Paula Decia • Pablo Menoni • Veronica Orellano • Roberto Dominguez • Gonzalo Marquez • Martin Peyrou.  
Ciudad de Panamá - Mibus: Amarilis Ulloa • Milaidi Chaux • Juan Yau • Omar López • Itza Henríquez • Ángela Delgado • Josefina Sanjur.  
Ciudad de Panamá - Metro de Panamá: Abdiel Filos • Luis Carlos Díaz • Liliana Aguirre • Angelli Delgado • Luis Bejarano • Ana Laura Morais • Yanis Chery.

Este y otros libros sobre Desarrollo Urbano se encuentran en: [scioteca.caf.com](http://scioteca.caf.com)  
Copyright © 2022 Corporación Andina de Fomento

*Esta publicación está dedicada a Soraya Azán; colega, amiga y activista del transporte sostenible en América Latina*

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>11</b>	<b>5. Evaluación de estrategias para mejorar la calidad de servicio</b>	<b>143</b>
1.1 Contexto		5.1 El sistema Metrobús de la Ciudad de México	
1.2 Objetivos		5.2 Diagnóstico de la calidad de las líneas de Metrobús	
1.3 Estructura de contenidos		5.3 Estrategias de modificación del diseño de la oferta	
<b>2. Marco conceptual y metodológico</b>	<b>23</b>	5.4. Estrategias generales de control y gestión del sistema	
2.1 Conceptos básicos para la gestión de calidad en el transporte público colectivo		5.5 Consideraciones sobre las medidas analizadas	
2.2 Criterios de calidad de servicio		<b>6. Sumario, hallazgos y recomendaciones</b>	<b>195</b>
2.3 Indicadores de calidad		6.1 Metodología para la definición de indicadores de calidad de servicio para el transporte público	
2.4 Niveles de decisión y de agregación		6.2 Medición de la satisfacción de personas usuarias y del desempeño operacional del servicio de transporte	
2.5 Uso de los indicadores		6.3 Estrategias para mejorar la calidad de servicio en el transporte público	
2.6 Fuentes de datos para el monitoreo de la calidad de servicio		<b>Referencias</b>	<b>204</b>
<b>3. Indicadores de satisfacción de personas usuarias</b>	<b>63</b>	<b>Apéndice 1: Revisión de literatura en calidad de servicio para el transporte público</b>	<b>208</b>
3.1. ¿Qué son los indicadores de satisfacción?		<b>Apéndice 2: Detalle de resultados del capítulo 5</b>	<b>216</b>
3.2 Herramientas para el monitoreo de la satisfacción de personas usuarias		<b>Apéndice 3: Proceso de tratamiento, procesamiento y análisis de datos aplicado para el sistema Metrobús de Ciudad de México</b>	<b>232</b>
3.3 Encuestas de satisfacción de la calidad de servicio			
3.4 Otros instrumentos de gestión de calidad enfocados en la perspectiva de las personas usuarias			
3.5 Incorporación de índices de satisfacción en los criterios de remuneración de los prestadores de servicio			
<b>4. Indicadores de calidad planificada, ofertada y desempeño operacional</b>	<b>89</b>		
4.1 Confiabilidad del servicio			
4.1.1 Cumplimiento del número de partidas programados			
4.1.2 Regularidad de servicio			
4.1.3 Puntualidad de servicio			
4.2 Velocidades y tiempos de viaje			
4.2.1 Velocidad comercial			
4.2.2 Velocidad por tramo			
4.2.3 Tiempos de viaje de los pasajeros			
4.3 Ocupación vehicular			
4.3.1 Distribución de los niveles de ocupación			
4.3.2 Tiempo de viaje experimentado por nivel de ocupación			



## Lista de Siglas

<b>AMB</b>	Área Metropolitana de Barcelona (Barcelona, España)
<b>ANTP</b>	Associação Nacional de Transportes Públicos (Brasil)
<b>AVL</b>	Sistema de localización automática de la flota (Automatic Vehicle Location)
<b>BRT</b>	Bus Rapid Transit
<b>CAF</b>	banco de desarrollo de América Latina
<b>CAPEX</b>	Costos de Capital (Capital Expenditures)
<b>CCTV</b>	Circuitos Cerrados de Video
<b>CDMX</b>	Ciudad de México
<b>DTPM</b>	Directorio de Transporte Público Metropolitano (Santiago, Chile)
<b>EIC</b>	Encuesta de Índice de Calidad
<b>GPS</b>	Sistema de posicionamiento global (Global Positioning System)
<b>GTFS</b>	General Transit Feed Specification (formato estandarizado de trayectos y horarios de redes de transporte público)
<b>IPK</b>	Índice de Pasajeros por Kilómetro
<b>ITDP</b>	Institute for Transportation and Development Policy
<b>IQT</b>	Índice de Calidad de Transporte (Índice de Qualidade de Transporte)
<b>ITS</b>	Sistemas Inteligentes de Transporte (Intelligent Transport Systems)
<b>NTU</b>	Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos
<b>ODS</b>	Objetivos de Desarrollo Sostenible
<b>OMU</b>	Observatorio de Movilidad Urbana (CAF)
<b>OPEX</b>	Costos Operativos (Operational Expenditures)
<b>PQRS</b>	Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias
<b>SIG</b>	Sistema de Información Geográfica
<b>SITP</b>	Sistema Integrado de Transporte Público (Bogotá, Colombia)
<b>SPTrans</b>	São Paulo Transportes S.A. (São Paulo, Brasil)
<b>STM</b>	Sistema de Transporte Metropolitano de Montevideo
<b>TCQSM</b>	Transport Capacity and Quality of Service Manual (TCRP Report 165)
<b>TCRP</b>	Transit Cooperative Research Program
<b>TfL</b>	Transport for London (Londres, Reino Unido)
<b>TRB</b>	Transportation Research Board
<b>UITP</b>	International Association of Public Transport
<b>WRI</b>	World Resources Institute



## Presentación institucional

Las ciudades son el motor del desarrollo de América Latina. Estos espacios, donde habita más del 80% de la población de la región, son los lugares que ofrecen las mejores oportunidades de trabajo, estudio, salud y recreación a la población. A la par, las ciudades producen gran parte de las emisiones de gases contaminantes locales y de efecto invernadero. En tiempos de post pandemia, la recuperación económica es vital para la mejora de la calidad de vida de la población. Al mismo tiempo, esta crisis se constituye en una oportunidad para la transformación a modelos de desarrollo que no entren en conflicto con el ambiente.

El transporte es un habilitador que permite a la población acceder a las oportunidades que ofrece la ciudad. Sin embargo, el transporte acarrea unas externalidades negativas como la congestión vehicular, los siniestros viales, y las emisiones. Es en este marco que el transporte público es fundamental. Éste se alinea con la transformación que las ciudades necesitan a través de modelos de crecimiento sostenibles. Entre otros, el transporte público hace uso eficiente del limitado espacio vial (generando poca congestión vehicular) y es amigable con el ambiente (las emisiones del total de su flota son mínimas versus el de toda la flota de vehículos particulares).

Previo a la pandemia, especialmente en las grandes ciudades de la región, se venía experimentando una reducción en el porcentaje de viajes en transporte público. Durante la pandemia, la situación se agravó y el transporte público de las ciudades de la región se vio seriamente afectado. La caída vertiginosa de la demanda de pasajeros, con su consecuente caída en ingresos de recaudo tarifaria, puso en jaque los avances en la formalización, regulación y mejora de los sistemas metro, BRT, tranvía, buses y cables que las ciudades han venido implementando durante las últimas décadas. La solución al reto es compleja. La aproximación tradicional venía siendo en optimizar/reducir la oferta de servicios en búsqueda de la costo-eficiencia.

CAF - banco de desarrollo de América Latina - se ha comprometido a consolidarse como el Banco Verde y de la Recuperación de la Región. Bajo estas banderas, el presente trabajo busca consolidarse como una herramienta para que las agencias de transporte público puedan definir métricas, claras, entendibles y transparentes que les permita diseñar estrategias para recuperar a los sistemas de transporte público en la post pandemia. Para conseguir esto la publicación propone, por un lado, definir la calidad del servicio del transporte público desde distintas perspectivas; no sólo la de los proveedores (oferta) sino también la de las distintas personas usuarias (demanda) -una persona inconforme con el servicio es alguien que a la primera oportunidad se bajará del transporte público para usar otro modo-. Por otro lado, la publicación presenta ejemplos de cómo se puede hacer la medición y el monitoreo de la calidad usando información (ya existente) y tecnología. Esperamos entonces esta publicación contribuya a la mejora del transporte público en las ciudades de América Latina, mejorando la calidad de vida y el bienestar de sus habitantes.

**Emil Rodríguez Garabot**

Director (e) de Hábitat y Movilidad Sostenible

Gerencia de Desarrollo Urbano, Agua y Economías Creativas



# INTRODUCCIÓN

---

- 1.1 Contexto
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Estructura de contenidos

# 1. INTRODUCCIÓN

Esta publicación forma parte del proyecto “Definición, Medición y Gestión de la Calidad de Servicio del Transporte Público en Ciudades Latinoamericanas” promovido por CAF - banco de desarrollo de América Latina y desarrollado por la empresa REDES | Planejamento e Política Pública em Mobilidade Urbana con el apoyo de SUR | Instituto del Sur Urbano. El presente documento es el resultado del trabajo de investigación que contó con la participación de cinco sistemas de transporte público colectivo de cuatro ciudades de América Latina: Metrobús de Ciudad de México, MiBus de Ciudad de Panamá, el Metro de Panamá, el Sistema de Transporte Metropolitano de la Ciudad de Montevideo, y el Sistema de Buses de Rio de Janeiro.

Esta iniciativa busca generar material de referencia y herramientas para que las ciudades latinoamericanas avancen en el fortalecimiento de los procesos de gestión de calidad de servicio del transporte público y encuentren, en este trabajo, un instrumento para atender los retos que el sector viene enfrentando en las últimas décadas, agravados por la pandemia, y así contribuir para un mundo con más justicia social y sostenibilidad.

## 1.1 Contexto

Transitar hacia ciudades más equitativas se vuelve fundamental en el presente, pues más de la mitad de la población en el mundo vive en ciudades y se espera que para 2050 este porcentaje crezca a casi 70% (UN-Habitat, 2022). El patrón territorial expansivo de la urbanización de ciudades ha generado incremento en las distancias, tiempos y costos de los viajes urbanos, aumentando también las externalidades negativas y costos sociales de los sistemas de transporte, principalmente con relación al cambio climático, la exclusión social y las desigualdades.

La movilidad urbana sostenible es un elemento fundamental en la necesidad de transformación

y adaptación de las ciudades para enfrentar los retos que presenta actualmente el cambio climático y generar un camino hacia el desarrollo sostenible, incrementando el acceso a servicios y empleos, así como la reducción de emisiones y las mejoras en salud pública. Las ciudades de América Latina albergan el 80% de los habitantes de la región (UN-Habitat, 2022), en donde más de la mitad de los viajes se realizan en transporte público<sup>1</sup> (CAF, 2016) por lo que los sistemas de transporte resultan una parte

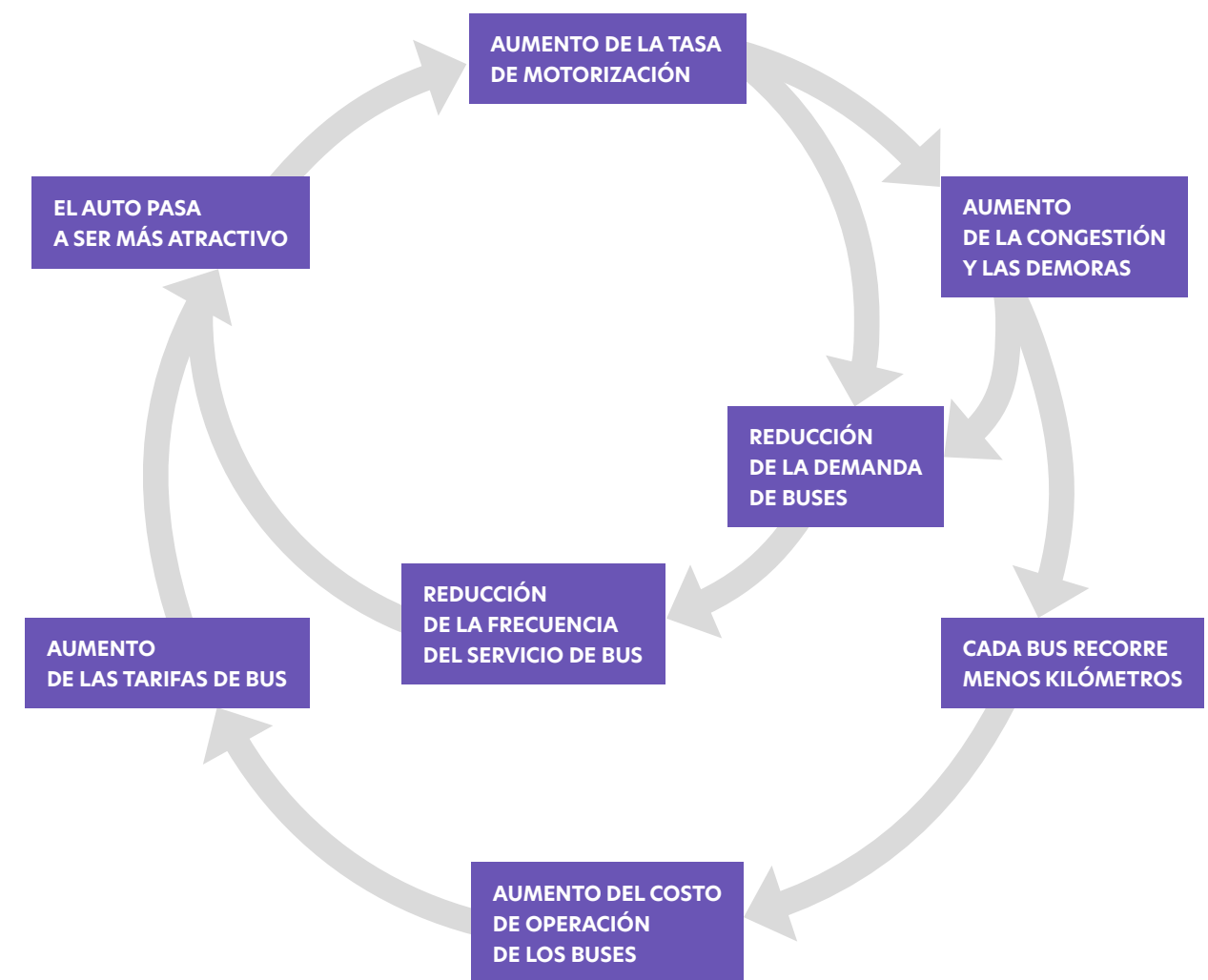
<sup>1</sup> Para el año 2015 y de acuerdo con los datos del Observatorio de Movilidad Urbana (OMU) de CAF, el 56% de los viajes motorizados en las 29 ciudades estudiadas se realizaban en transporte público.

fundamental para la movilidad urbana sostenible al proveer acceso a oportunidades (empleo, estudio, salud, recreación) a la población.

La pandemia de COVID-19 ha hecho aún más evidentes problemas estructurales que ya sufren hace décadas diversos sistemas de transporte público colectivo en ciudades de América Latina. Desde la informalidad y la precarización de los servicios, o la

sistemática falta de recursos para asegurar capacidad, confiabilidad y calidad en el servicio, hasta la bajísima o simplemente ausente priorización del transporte colectivo en el espacio vial. El transporte público ha sido en las últimas décadas víctima de un círculo vicioso de creciente pérdida de competitividad frente al transporte individual (Figura 1-1), el cual la pandemia simplemente agravó durante el período de distanciamiento social.

Figura 1-1. El círculo vicioso del transporte urbano

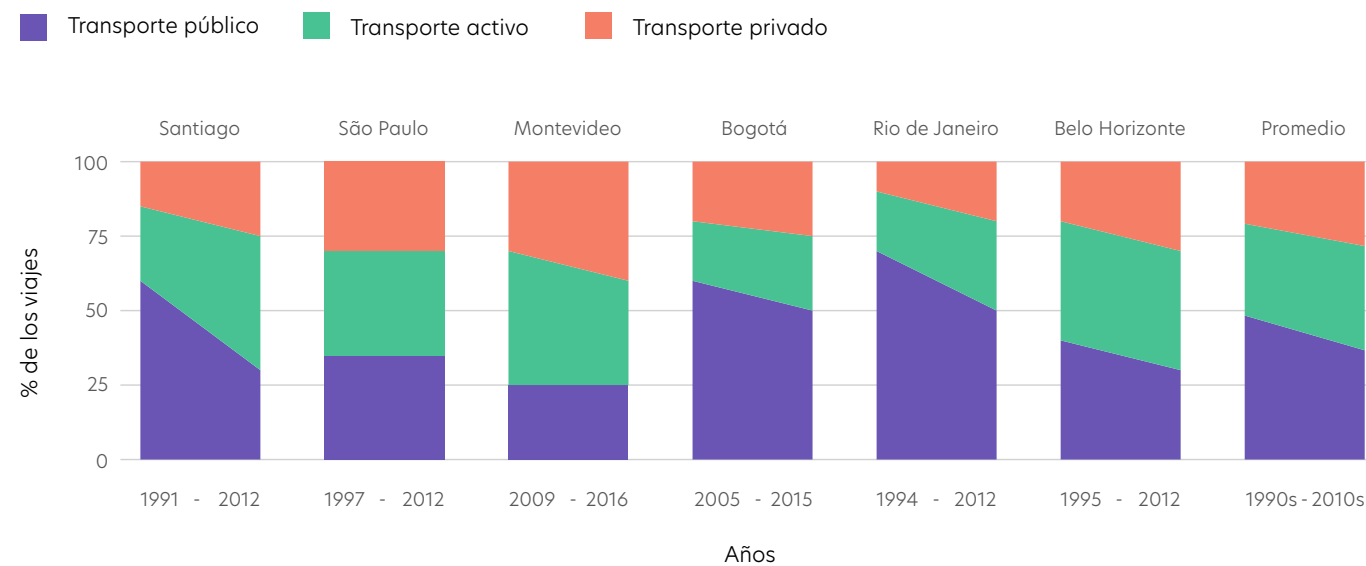


Fuente: Adaptado de TranVivo - La Espiral de Deterioro del Transporte Público. <https://www.cec.uchile.cl/~tranvivo/tranvia/tv4/conociendo1.html>

Ese proceso condujo a la caída (o, cuando mucho, estagnación) de la participación del transporte público en la demanda total de viajes en muchas ciudades de América Latina (Figura 1-2 y Figura 1-3). Así, esa pérdida de pasajeros, a su vez, reduce los recursos financieros de los sistemas, refuerza el ciclo de reducción del atractivo y la competitividad del

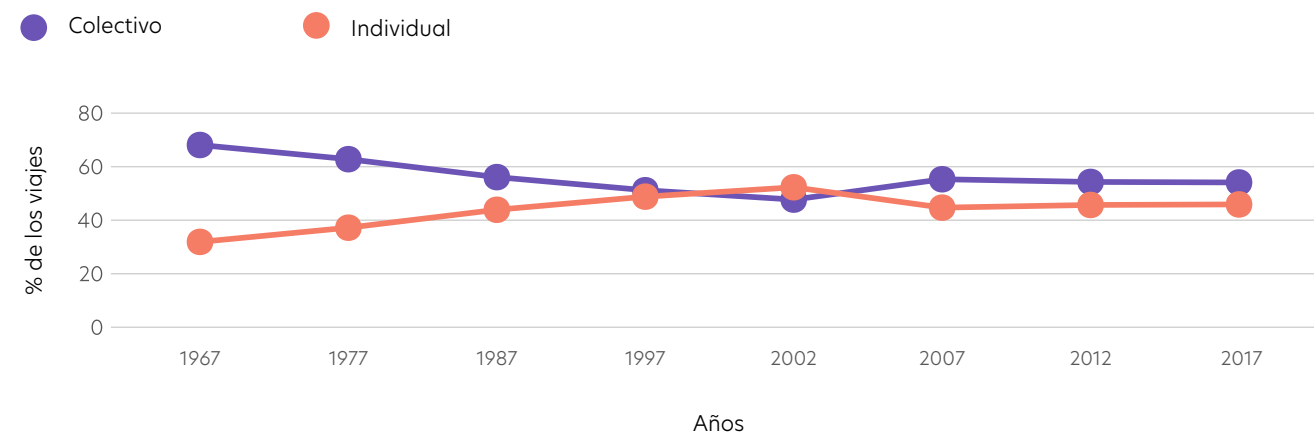
transporte colectivo, lo que retroalimenta la fuga de demanda, la pérdida de ingresos y la precarización. **Sin un cambio significativo, seguirán aumentando todavía más los desafíos ya existentes para conseguir revertir esa situación y colocar al transporte público como elemento central y prioritario de la movilidad urbana.**

Figura 1-2. Evolución de la división en ciudades latinoamericanas



Fuente: Rivas, Suárez-Alemán, Serebrisky (2019). Políticas de transporte urbano en América Latina y el Caribe: Dónde estamos, cómo llegamos aquí y hacia dónde vamos. BID - Banco Interamericano de Desarrollo.

Figura 1-3. Evolución de la división modal en São Paulo 1967-2017<sup>2</sup>



Fuente: Relatório de resultados da Pesquisa Origem-Destino 2017 RMSP (Metrô-SP, 2019)

<sup>2</sup> Universo de análisis: Demanda total de viajes para la Región Metropolitana de São Paulo, Brasil (Metrô-SP, 2019).

El contexto de progresiva pérdida de competitividad del transporte público colectivo frente al automóvil, la motocicleta, y ahora también frente al transporte por aplicativos, pasa por la combinación de distintos aspectos:

#### DESDE LA PERSPECTIVA DE LAS PERSONAS USUARIAS

En muchas ciudades de América Latina y el Caribe el transporte público no representa la opción más atractiva a la ciudadanía para movilizarse. Al contrario, esta puede llegar a ser la última alternativa por falta de opción, principalmente para la población periférica y de más bajos ingresos. Las encuestas de percepción muestran que el servicio ofrecido es mal evaluado, entre otras cosas, en función de buses llenos, falta de confiabilidad, seguridad (especialmente para mujeres) y en varios casos a precios elevados (sea por tarifas caras, muchas veces inaccesibles para parte de la población, o por la falta de integración tarifaria).

#### DESDE LA PERSPECTIVA DE LA OPERACIÓN

Problemas crónicos de incumplimiento de los estándares mínimos establecidos en los contratos de concesión o permisos de operación<sup>3</sup>, fiscalización y regulación poco efectivas (o, peor todavía, ausencia completa de parámetros mínimos de calidad o de cualquier instrumento de formalización entre operadores y gobierno que permita la fiscalización y control); falta de iniciativas para fortalecer los procesos, las instituciones y la gestión de las entidades públicas responsables por el servicio y de las empresas privadas a cargo de la operación.

#### DESDE LA PERSPECTIVA DEL GOBIERNO Y DE LA SOCIEDAD EN GENERAL

La falta de prioridad del transporte público se refleja tanto en la falta de financiamiento (perpetuando en gran parte de América Latina la meta de "autosostenibilidad") como en poca priorización en el espacio vial para corredores y carriles preferenciales.

<sup>3</sup> Modelo predominante en un grupo grande de sistemas de transporte público en América Latina, que operan bajo un modelo de concesión o permisos a operadores privados. En otras situaciones, como en donde hay mayor fragmentación e informalidad en la prestación de servicio de transporte público, sin embargo, la necesidad de fortalecimiento institucional y regulatorio se hace todavía más apremiante, pudiendo derivar en la adopción de modelos de concesión y otras soluciones, pero que de forma general resulten en sistemas confiables y seguros. Existen también algunos casos de sistemas operados por entidades o empresas públicas, las cuales también requieren la definición de normas y criterios técnicos que establezcan estándares de calidad a ser cumplidos.



La pandemia de COVID-19 (con una caída brusca de demanda, como es ilustrado en la Figura 1-4), además sumó mayor preocupación respecto a algunos de los factores más preocupantes en ese contexto, que imponen retos para el fortalecimiento del rol que debería tener el transporte público:

La caída de ingresos en los sistemas como resultado de la disminución de la demanda agravada por la pandemia, creando desbalances entre ingresos y egresos. Esto impuso serias dificultades financieras en gran parte de las ciudades latinoamericanas<sup>4</sup>, que dependen predominantemente de la tarifa para costear el servicio<sup>5</sup>.

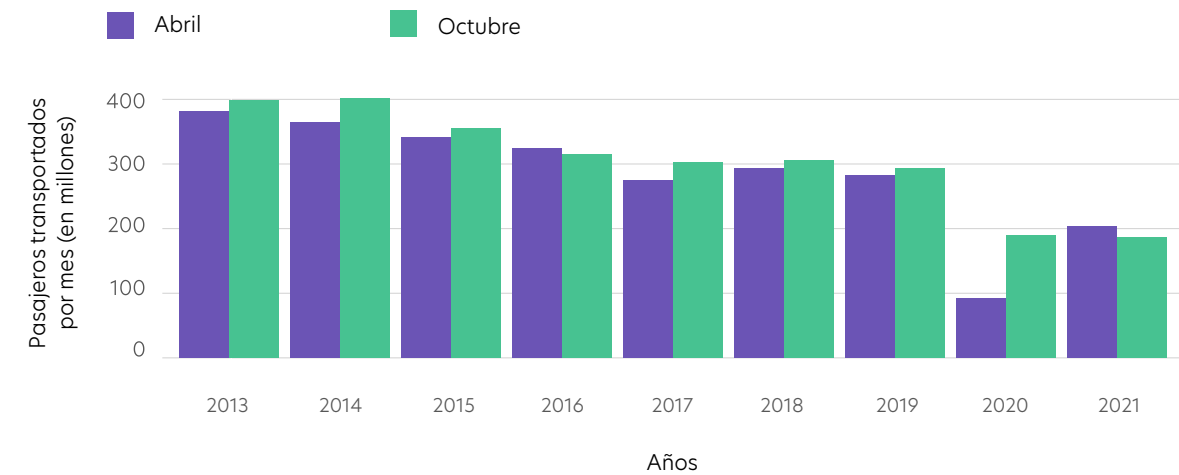
La intensificación de la fuga de pasajeros hacia el transporte privado individual y a servicios de transporte por aplicativos en función de la pandemia, reforzando incertidumbres sobre el efecto de mediano y largo plazo respecto al eventual retorno al transporte público o a la consolidación de esa elección como cambios de hábitos de desplazamientos más permanentes.

La expectativa generada en la ciudadanía a partir de experimentar servicios de transporte público con niveles de ocupación vehicular mucho más bajos y confortables, que quede frustrada con el retorno a los niveles anteriores de demanda y de saturación de buses y estaciones.

<sup>4</sup> En Brasil, se contabilizaron en 2022 por lo menos 49 casos de interrupción de los servicios de transporte público como resultado de los efectos de la pandemia, por parte de 44 empresas y de 5 consorcios que suspendieron sus actividades o dejaron de operar, además de 16 casos de pedidos de recuperación judicial (que involucraron 13 empresas y 3 consorcios). Fuente: <https://www.ntu.org.br/novo/NoticiaCompleta.aspx?idNoticia=1567&idArea=10&idSegundoNivel=106>.

<sup>5</sup> De acuerdo con el Observatorio de Movilidad Urbana de CAF, los sistemas de Ciudad de México, Panamá y Buenos Aires cubrían el 87%, 44%, y 29% respectivamente de sus costos operacionales vía recaudo.

Figura 1-4. Evolución de los pasajeros equivalentes transportados por mes en sistemas de ómnibus urbanos de ciudades brasileras entre 2014 y 2020<sup>6</sup>



Fuente: Anuário NTU [2020-2021] (NTU, 2021).

**Por otro lado, la misma situación impuesta por la pandemia también abrió espacio para el replanteamiento de modelos de prestación del servicio y fuentes de financiación.**

En este mismo contexto de pandemia, algunos temas que antes eran un tabú, como el debate sobre subsidiar el transporte público o sobre modelos de concesión con adquisición de la flota por parte de las autoridades públicas, conquistaron una atención, espacio y relevancia difícil de imaginar previamente<sup>7</sup>. Es más, varias ciudades tomaron iniciativas de innovación en diversas áreas; desde el lanzamiento de licitaciones separando la provisión de la flota de la concesión de la operación<sup>8</sup>, hasta el costeo parcial o incluso total<sup>9</sup> del servicio de transporte público.

<sup>6</sup> Universo de análisis: Demanda de pasajeros de 9 capitales de Brasil: Belo Horizonte, Curitiba, Fortaleza, Goiânia, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador y São Paulo (NTU, 2022).

<sup>7</sup> Un levantamiento del Idec identificó subsidios al transporte público en 122 ciudades de Brasil durante el período de la pandemia de COVID-19, totalizando por lo menos R\$ 2.800 millones (USD 600 millones). Entre las 100 ciudades más grandes del país, 60 concedieron subsidios al transporte público. Fuente: <https://idec.org.br/noticia/idec-revela-122-cidades-subsidiaram-o-transporte-coletivo-na-pandemia>.

<sup>8</sup> Ejemplos: Bogotá, Santiago de Chile y Rio de Janeiro.

<sup>9</sup> En Brasil, ya eran más de 30 las ciudades que en 2021 implementaron sistema de transporte público gratuito (llamado de "Tarifa Cero"), mayoritariamente en ciudades pequeñas y medianas, incluyendo los Municipios de Maricá-RJ (100mil hab.), Campo Belo-MG (55mil hab.), Vargem Grande Paulista-SP (50mil hab.) y Claudio-MG (39mil hab.). Fuente: <https://www.mobilize.org.br/noticias/12567/voce-conhece-alguma-cidade-com-tarifa-zero.html>.

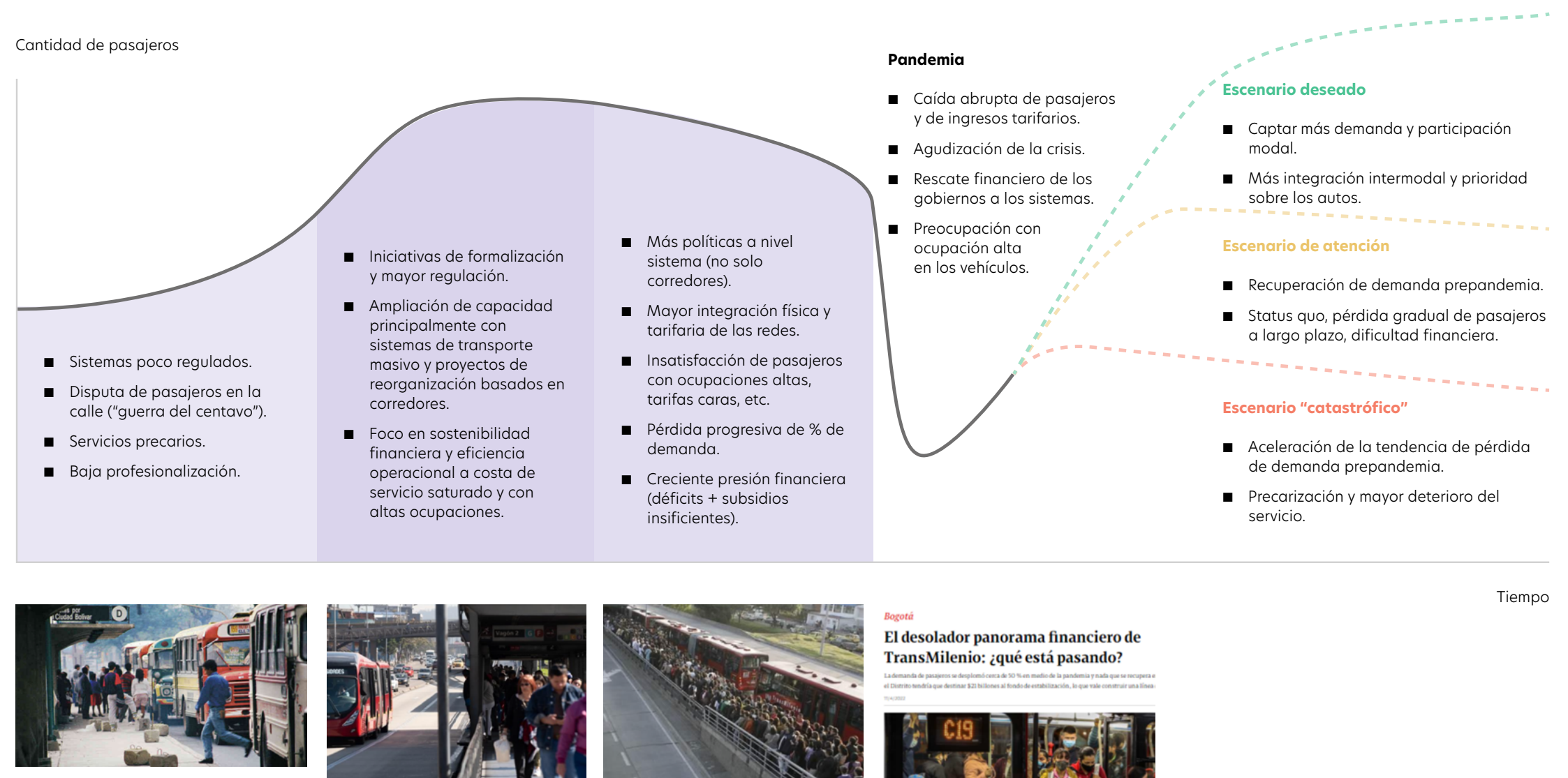
La Figura 1-5 muestra, de manera resumida y simplificada, los ciclos por los que han pasado gran parte de los sistemas de transporte público en América Latina. Después de experimentar momentos de reorganización y consolidación, y después comenzar la progresiva caída en la demanda agravada por la pandemia, tal como discutido anteriormente, el escenario post pandemia abre una gama de posibilidades sobre hacia dónde y cómo avanzar en el sector.

En los próximos años, dependiendo de cómo evolucionen las ciudades, los sistemas de transporte público y las demás alternativas modales, podremos confrontarnos con diversos escenarios posibles:

#### CONGELAMIENTO O PÉRDIDA DE DEMANDA (ESCENARIO "CATASTRÓFICO")

- La peor situación sería converger hacia la progresiva pérdida de competitividad del transporte público colectivo frente al automóvil, la motocicleta, y el transporte por aplicativos. Este es un posible escenario agravado por la pandemia, que apunta hacia una estagnación de la demanda en los niveles actuales (más bajos que en la prepandemia, o incluso con mayores reducciones).
- La falta de acciones para mejorar la atraktividad del transporte público colectivo resultaría en un escenario crítico para las ciudades, ante el mayor consumo del espacio público, ocurrencia de siniestros de tránsito, emisión de gases contaminantes locales y de efecto invernadero, entre otras externalidades negativas del uso predominante de modos motorizados individuales.
- Además, la crisis financiera sufrida por los sistemas de transporte público regulados derivada de la decreciente demanda de pasajeros podría ocasionar un retroceso de décadas en la organización del transporte público colectivo en América Latina. Es decir, retornando las ciudades a una situación parecida a la vivida en las décadas de los 1980s y 1990s con predominancia de operadores clandestinos o semi formales, menos seguros y confiables, o por mayores dificultades de locomoción por una parte de la población que no tiene acceso a modos de transporte motorizados individuales.

Figura 1-5. Trayectoria de los sistemas de transporte público en América Latina.



Fuente: Elaboración propia.

#### RECUPERACIÓN PLENA DE LA DEMANDA PREPANDEMIA (ESCENARIO DE ATENCIÓN)

- Consiste en retornar al status quo prepandemia, lo cual también puede constituir un escenario preocupante, principalmente en el largo plazo. La misma COVID-19 que llevó a una reducción de la demanda de pasajeros en los sistemas de transporte público colectivo también significó para muchos de ellos la oportunidad de pasar por la experiencia de viajar en buses con mejores niveles de servicio, en especial en términos de ocupación media.
- Una vez normalizadas las condiciones de circulación, sin restricciones de distanciamiento social, la combinación entre la demanda que no cuenta con alternativas de transporte y, en varios casos, la experiencia de haber utilizado sistemas con mejores niveles de servicio podría llevar a una situación de recuperación plena del nivel de pasajeros (semejantes al prepandemia) pero con una mayor frustración e insatisfacción de las personas usuarias respecto a la calidad del servicio. **Esto en el largo plazo conduciría a una caída progresiva del uso transporte público en la medida que más personas dispongan de los recursos para viajar en otros modos.**

#### CRECIMIENTO DE LA DEMANDA (ESCENARIO DESEADO)

- El desafío climático y la urgencia de construir ciudades más sostenibles, más justas y menos contaminantes pone en evidencia la necesidad de no solamente mantener los usuarios en el transporte público colectivo, pero también de atraer nuevos pasajeros; principalmente a las personas que actualmente utilizan el transporte motorizado individual. Además, hacer el transporte público más competitivo y atractivo también significa inducir a que las personas decidan utilizar el sistema porque es la opción más conveniente, confiable y confortable, y no porque no tienen acceso a otros modos de transporte.
- **Eso presupone la necesidad de cambios estructurales e inversiones masivas en los sistemas, para cubrir el "déficit" de recursos actual y para atender adecuadamente los antiguos y nuevos usuarios, y lograr una mejora continua y significativa de la calidad del servicio prestado a la población.**

## 1.2 Objetivos

Este documento tiene como objetivo brindar herramientas prácticas para mejorar la calidad de servicio del transporte público en ciudades de América Latina. Esos sistemas son más vitales que nunca en las ciudades como pilares fundamentales de la economía, la sociedad, la resiliencia y el medio ambiente, tanto en la recuperación de la crisis sanitaria, como en los desafíos que ya enfrentaban previamente, particularmente climáticos, de inclusión, y seguridad. Es fundamental aprovechar la ventana de oportunidad que se presenta en la fase de recuperación post pandemia puede ser para reconstruirlos de la mejor manera posible, manteniendo y ampliando las medidas operativas, de gestión y financieras necesarias para brindar acceso tanto en el corto como en el largo plazo.

Esta publicación está dirigida principalmente a gestores públicos y autoridades de gobiernos locales, planificadores, investigadores, consultores y especialistas en transporte público en general en ciudades latinoamericanas, para dar soporte en el diseño e implementación de procesos de gestión de calidad de servicio en el transporte público.

El contenido aquí presentado pretende ofrecer informaciones útiles y accesibles, combinando aplicaciones concretas y las bases conceptuales y metodológicas necesarias. Con ejemplos prácticos y herramientas de trabajo en diversos aspectos de la gestión de calidad, desde la definición y estructuración de criterios e indicadores clave, hasta explicaciones más pormenorizadas sobre su aplicación para el monitoreo del desempeño y de la satisfacción, y para la evaluación de medidas para mejorar el servicio prestado.

La presente propuesta metodológica busca dar un paso adicional con relación a los principales planteamientos existentes en las referencias bibliográficas sobre el tema. Por un lado, se creó una lista de criterios mucho más completa y actualizada, integrando una amplia gama de dimensiones que cada referencia trataba solo parcialmente, e incorporando una serie de aspectos que estaban prácticamente ausentes. Además de eso, la estructura de indicadores propuesta aquí busca integrar, en un mismo marco de trabajo, la clasificación de los criterios y las distintas perspectivas del ciclo de calidad que combina la visión de las personas usuarias y de los prestadores de servicio.

Finalmente, en términos de la implementación de los indicadores, se busca sacar provecho del enorme potencial brindado por la creciente cantidad de información disponible en sistemas de control y sensores automáticos existentes en los servicios de transporte público, que producen de forma automática, continua y detallada datos de demanda y oferta (como los sistemas de recaudo y de localización automática de la flota) con gran utilidad para la generación sistemática de indicadores para la gestión de calidad.

## 1.3 Estructura de contenidos

El documento se organiza de la siguiente manera:

1	INTRODUCCIÓN	Presentación del documento, sus objetivos y el contexto de crisis del transporte público en América Latina.
2	MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO	Descripción del marco conceptual y metodológico.
3	INDICADORES DE SATISFACCIÓN DE PERSONAS USUARIAS	Descripción de los indicadores y procesos orientados a incorporar la perspectiva de satisfacción a partir de la percepción de los pasajeros (perspectiva de las personas usuarias), con ejemplos ilustrativos de diferentes ciudades.
4	INDICADORES DE CALIDAD PLANIFICADA, OFERTADA Y DESEMPEÑO OPERACIONAL	Análisis y descripción detallados de indicadores de desempeño operacional y calidad ofertada a partir de casos concretos usando datos generados automáticamente en el monitoreo de la operación (perspectiva de los prestadores de servicio).
5	EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DE SERVICIO: EL CASO DE METROBÚS DE LA CIUDAD DE MÉXICO	Evaluación de estrategias para mejorar la calidad de servicio con base en el caso del sistema Metrobús de la Ciudad de México.
6	SUMARIO, HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES	Resumen de principales hallazgos, conclusiones y recomendaciones.
	APÉNDICE 1	Revisión de literatura en calidad de servicio para el transporte público.
	APÉNDICE 2	Resultados completos del análisis cuantitativo del capítulo 5.
	APÉNDICE 3	Proceso de tratamiento, procesamiento y análisis de datos aplicado para el sistema Metrobús de Ciudad de México.



# 2

## MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

---

- 2.1 Conceptos básicos para la gestión de calidad en el transporte público colectivo
- 2.2 Criterios de calidad de servicio
- 2.3 Indicadores de calidad
- 2.4 Niveles de decisión y de agregación
- 2.5 Uso de los indicadores
- 2.6 Fuentes de datos para el monitoreo de la calidad de servicio

## 2. MARCO CONCEPTUAL Y METODOLÓGICO

La gestión de calidad en el transporte público comprende una multiplicidad de factores e involucra diversos actores y procesos de la prestación y utilización del servicio. Este trabajo ofrece una base metodológica para el diseño y la implementación de sistemas de gestión de calidad de servicio con una perspectiva amplia y que permita contemplar las características y contextos locales.

Este capítulo presenta la estructura de criterios e indicadores de calidad de servicio formulada a partir del presente estudio como herramienta de trabajo para ciudades latinoamericanas. La metodología propuesta aquí busca consolidar y sistematizar un amplio conjunto de criterios identificados en las diferentes referencias de la literatura y en casos de estudio, organizándolos bajo un marco lógico que ofrece una base para el proceso de discusión, priorización y formulación de los estándares de cada sistema.

La propuesta metodológica sirve de base para que las ciudades estructuren su sistema de indicadores de calidad de servicio para su transporte público, buscando incorporar una amplia gama de criterios y un marco lógico que les permita implementar y dar cada vez mayor relevancia a sus procesos de gestión de calidad. La estructura de criterios e indicadores parte de los esquemas existentes (ver sección 2.1) y busca actualizar la lista de factores relevantes para la calidad de servicio incluyendo aspectos adicionales que fueron ganando atención a lo largo de las últimas dos décadas.

Al comparar las referencias técnicas, en especial las tres principales discutidas en la sección 2.1, se observa que a partir de sus distintos enfoques cada una propone diferentes indicadores. Existen varias métricas en común, pero en función del foco de cada una incluyen cantidad y amplitud variados. También adoptan distintas formas de clasificar los

criterios, agrupándolos según diferentes grupos o subgrupos. No existe un modelo único ni un marco universal de categorización. De hecho, la Calidad de Servicio involucra un gran número de criterios, y pasa por muchas dimensiones de interés (acceso, seguridad, confiabilidad, conveniencia, confort, eficiencia, desempeño y otras). Cualquier propuesta de organizarlos en categorías implica en algún grado de arbitrariedad. La idea es que el marco metodológico ayude a organizar, pero no cree esquemas demasiado rígidos que al final terminen por dificultar más que a facilitar el trabajo de gestión de calidad. Lo importante, en ese sentido, es usar la propuesta como herramienta para definir procesos de monitoreo, evaluación y mejora de la Calidad de Servicio.

Además de la discusión sobre la forma de organizar o categorizar los varios criterios de Calidad de Servicio, la propuesta metodológica incorpora el concepto del ciclo de calidad (Figura 2-1), reconociendo dos perspectivas complementarias y fundamentales en los sistemas de transporte público colectivo: i) la visión de las personas usuarias y la sociedad en general (como beneficiarios y sujetos de las externalidades del sistema); y ii) la visión de los prestadores de servicio (operadores, gestores y reguladores del sistema). La primera reflejada en la Calidad Percibida y en la Calidad Deseada, y la segunda en la Calidad Planificada (o Contratada) y en la Calidad Ofertada (o Entregada), discutidas en la siguiente sección.

### 2.1 Conceptos básicos para la gestión de calidad en el transporte público colectivo

El repertorio bibliográfico sobre calidad de servicio en el transporte público ha crecido en las dos últimas décadas, no sólo en los países desarrollados, pero también con la publicación de materiales producidos específicamente para el contexto de América Latina.

De manera más general, “calidad” es un concepto que dentro del contexto de administración de empresas se ha relacionado generalmente con el diseño y producción de bienes y servicios, así como con conceptos y teorías de producción de bienes y control estadístico, consolidándose a un modelo de generación de valor que incorpora al cliente en la visión de calidad y estableciendo procesos de inspección, mejora continua y trabajo en equipo (Dean&Bowen, 1994). Si bien actualmente no existe un único concepto, teoría o escuela de calidad, se pueden identificar aproximaciones prácticas en la gestión de calidad (Koskela, et.al.,2019): las relacionadas con la producción libre de defectos y aquellas asociadas a la satisfacción al cliente o las personas usuarias. A partir del desarrollo de esos conceptos y marcos de trabajo, surgieron en los sistemas de transporte diversas normas, manuales y guías que plantean definiciones, procesos y estándares de calidad del servicio concebidas en función de algunas especificidades del sector.

A continuación, se resumen algunos de los aspectos más relevantes de las principales referencias técnicas que contribuyeron para la consolidación de buenas prácticas internacionales en el tema de calidad de servicio en el transporte público y su aplicación en países latinoamericanos. El Apéndice 1 presenta una revisión más pormenorizada de cada una de esas referencias técnicas de interés, así como comentarios sobre algunas referencias complementarias con contribuciones más puntuales pertinentes para la discusión. Las principales referencias son:

[La norma europea EN 13816:2002 - Definición, metas y monitoreo de calidad de servicio para sistemas de transporte público de pasajeros. \(CEN, 2002\).](#)

[El Manual de Capacidad y Calidad de Servicio del Transporte Público - TCRP Report 165. \(National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2013\).](#)

[La Guía básica para gestión operativa para mejorar la calidad de servicio de autobuses - Asociación Nacional de Transporte de Públicos de Brasil \(ANTP, 2019\).](#)

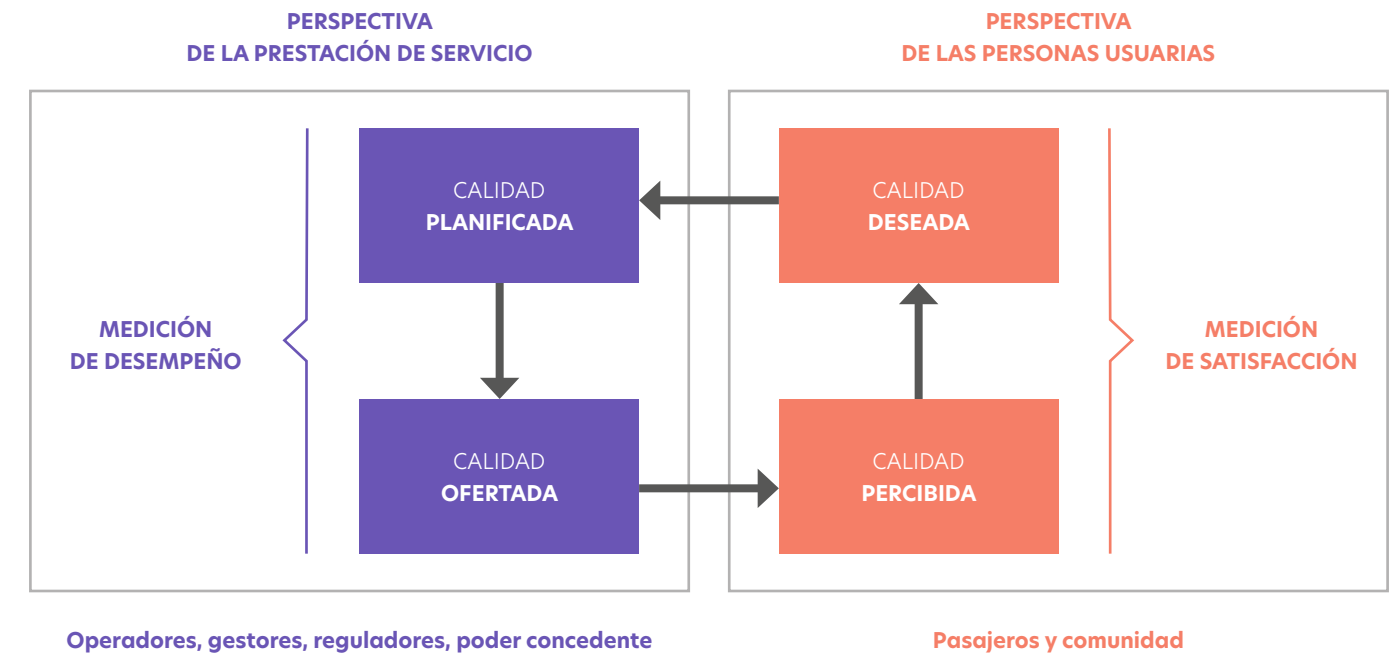
## La Norma Europea EN 13816

La **Norma Europea EN 13816** (CEN, 2002) fue publicada por el Comité Europeo de Normatización en 2002. El objetivo de la norma fue promover la calidad de servicio en la operación de sistemas de transporte público colectivo. Esta norma propuso un marco conceptual enfocado en atender las necesidades, externalidades y satisfacción de las personas usuarias. Este marco se consolida entonces como la principal base para formular y evaluar la Calidad del Servicio del Transporte Público, estableciendo abordajes y conceptos que se transformaron en la principal referencia teórica en el tema hasta hoy. **Una de las principales contribuciones de esta norma fue la propuesta de comprender el concepto de calidad de servicio a partir de un ciclo (service quality loop, ilustrado en la Figura 2-1), compuesto de cuatro etapas, subdivididas entre las que corresponden a las perspectivas de las personas beneficiarias (usuarias del servicio y comunidad) y las que reflejan la perspectiva de los proveedores del servicio (autoridades, gestores y operadores).**

Todas las referencias técnicas mencionadas anteriormente adoptan, de manera directa o con alguna adaptación, ese concepto de ciclo de calidad. Sin embargo, establecen diversas formas de comprender los procesos que inciden en la calidad, distintas propuestas para estructurar y organizar los diversos aspectos abarcados en esa gestión, y seleccionan diferentes conjuntos de criterios e indicadores para medir la calidad de servicio. Cada abordaje, por su parte, tiene variados niveles de detalle en las especificaciones y descripciones de las medidas propuestas y la forma de calcularlas. Y existe también heterogeneidad en el énfasis y grado de atención que cada documento dedica a aspectos institucionales.

La norma europea, en su formulación pionera para el transporte público y concebida para el contexto de ciudades de ese continente, por ejemplo, propone una estructura de criterios de medición enfocada en la calidad de servicio ofertada, dividida en ocho (8) categorías: Disponibilidad de servicio; Accesibilidad; Información disponible; Tiempo; Atención a la persona usuaria; Confort; Seguridad; e Impactos ambientales.

Figura 2-1. Ciclo de calidad de servicio propuesto por la norma europea.



Fuente: Adaptada de CEN (2002).

Primero, la **calidad de servicio planificada** (también referida como contratada) se refiere a la especificación y diseño del sistema (por ejemplo, en términos de frecuencias, distancias de recorrido, velocidades de diseño, programación de servicio), restringido por condiciones técnicas y/o financieras.

Segundo, la **calidad de servicio ofertada** (o entregada) hace a la eficiencia en la producción del servicio y la capacidad de cumplimiento de lo que fue planificado. La diferencia entre lo que fue programado y lo que fue ejecutado puede ser comprendida como el desempeño operativo.

Tercero, la **calidad de servicio percibida** hace alusión a la experiencia de las personas usuarias respecto al servicio de transporte (o los servicios asociados, como la compra de pasajes), que también es influenciada por la información que las personas usuarias reciben acerca del servicio.

Finalmente, la **calidad de servicio deseada** es definida como la expectativa de las personas usuarias en relación con el servicio de transporte público. Esta dimensión no se traduce en una medida directa, sino que funciona como una forma de conceptualizar el nivel de expectativa que las personas manejan implícitamente al expresar su satisfacción, como brecha entre la calidad percibida y la deseada.

## Manual de Capacidad y Calidad del Servicio del Transporte Público

Ya el TCRP Report 165 o Manual de Capacidad y Calidad del Servicio del Transporte Público (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2013), publicado en 2013 como parte del Transit Cooperative Research Program, tiene la principal finalidad de informar y apoyar la gestión de calidad en los sistemas de transporte público en los Estados Unidos. Su enfoque metodológico se basa en una definición de calidad de servicio enfocada en la perspectiva de la persona usuaria con una estructura de criterios que se divide en dos dimensiones principales:

- La primera es la disponibilidad, que se refiere al servicio que está al alcance de las personas usuarias en términos geográficos, temporales, de frecuencia, financieros, y de información. Esta dimensión puede ser representada por una pregunta: ¿La persona usuaria puede acceder al sistema? Está, por su vez, subdividida en distintas barreras asociadas y en dimensiones específicas del servicio.
- La segunda dimensión es referente a la conveniencia y al confort del servicio, es decir, si el sistema es una alternativa de transporte eficiente/comparable con las demás opciones disponibles (o sea, si les conviene utilizarla) y si los viajes ocurren de manera segura, agradable y digna.

### Guía básica para gestión operativa para mejorar la calidad de servicio de autobuses

La Asociación Nacional de Transportes Públicos (ANTP) de Brasil elaboró recientemente una guía orientada a la gestión de sistemas de transporte público (ANT, 2019), que difiere de las otras dos referencias ya citadas principalmente por estar concebida para atender a las especificidades del contexto de ese país, que aunque tienen diferencias

con otros países de América Latina, tiene mucho más proximidad y similitudes con ciudades latinoamericanas que las referencias europea y norteamericana. Esa guía fue publicada en 2019, dentro del marco de la crisis que el sector transporte público ya venía sufriendo previo a la pandemia de COVID-19, como una respuesta a la caída de la demanda y del recaudo tarifario. Tiene el objetivo principal de ofrecer a los gestores públicos y privados un listado de informaciones técnicas, conceptos, normas, procedimientos y sistemas de gestión y administración que componen los elementos de la producción del transporte público por autobuses. Así como el Manual del TCRP, la Guía de la ANTP no tiene validez legal, pero busca ofrecer una referencia técnica para promover buenas prácticas.

Una contribución importante de la guía para el contexto latinoamericano, a diferencia de las referidas publicaciones de la Unión Europea y los Estados Unidos, es la preocupación en trabajar de forma mucho más completa y sistemática los condicionantes financieros e institucionales sobre la calidad de servicio. No se limita apenas a presentar recomendaciones de criterios e indicadores, sino que también explora aspectos clave de gestión, normativos, contractuales y de regulación que tienen impacto directo en el desempeño de los sistemas de transporte público. La Guía no se limita a presentar y especificar los criterios de calidad y sus respectivos indicadores, sino que explora también con bastante profundidad la forma de organizar, planificar, normatizar y fiscalizar la prestación de servicio, teniendo en cuenta los desafíos de fortalecimiento institucional que enfrentan las ciudades brasileñas (al igual que en otros países latinoamericanos). Los criterios de calidad que estructuran el sistema de indicadores propuestos incluyen: Diseño de la red; Infraestructura preferencial para buses; Regularidad de operación; Eficiencia de la operación; Confort en la operación; Mantenimiento de flota, equipamientos y sistemas; Seguridad vial; Seguridad personal.

## 2.2 Criterios de calidad de servicio

El análisis de las principales referencias sobre calidad de servicio de transporte público presentado en la sección anterior muestra diferentes abordajes sobre cuáles criterios de evaluación considerar y cómo organizarlos. La norma europea y el Manual del TCRP, como apuntado anteriormente, organizan los indicadores de la calidad de servicio en diferentes grupos temáticos, pero ambos abordajes se concentran en los factores de interés para los usuarios. Ya la Guía brasilera de la ANTP también incluye ese tipo de indicadores orientados a los usuarios, pero dedica gran parte de la atención a aspectos más relacionados a la gestión, a los recursos disponibles y a la eficiencia operacional. Esa opción metodológica tiene respaldo en las dificultades enfrentadas por los sistemas en ciudades latinoamericanas, en donde, a diferencia de los contextos europeo y norteamericano, existen muchas más limitaciones materiales y barreras operacionales, institucionales y de infraestructura que comprometen la entrega del servicio esperado. Por ejemplo, la falta de disponibilidad de flota operativa, la limitada capacidad de monitoreo de los entes gestores (en particular cuando el servicio es prestado por operadores privados), o los pavimentos en malas condiciones, son factores que terminan por comprometer la calidad de servicio entregado a los pasajeros. Por ese motivo, se hace necesaria la inclusión de indicadores de eficiencia y de seguimiento de los recursos disponibles, sin restarle importancia, no obstante, a aquellas medidas más directamente asociadas a la calidad percibida por las personas usuarias.

Teniendo en vista el objetivo de proveer una base amplia, completa y sistematizada de los diversos criterios asociados a la calidad de servicio del transporte público, se buscó definir una estructura que aproveche los avances de los abordajes existentes pero que también refleje las necesidades de las ciudades de América Latina. La estructura base consiste en seis grupos temáticos, que recorren aspectos de los sistemas de transporte colectivo. Comenzando por los elementos más fundamentales de los recursos existentes para proveer la oferta y la eficiencia en el uso de esos recursos, los siguientes grupos avanzan hacia dimensiones que reflejan la perspectiva y el interés de las personas usuarias y finalizan con los impactos a nivel ciudad y sobre la comunidad como un todo. La Tabla 2-1 presenta de forma resumida los grupos y los respectivos criterios abordados en cada uno.

**Tabla 2-1. Estructura de grupos y criterios de calidad de servicio del transporte público.**

GRUPO		CRITERIOS
1) RECURSOS	Disponibilidad de recursos para la provisión del servicio, incluyendo infraestructura, flota vehicular, sistemas tecnológicos, recursos humanos y organizacionales. ¿existen los recursos para proveer el servicio?	Infraestructura asociada a la operación del sistema de transporte
		Flota
		Sistemas tecnológicos
		Patios y garajes
		Recursos humanos y condición de trabajo
2) EFICIENCIA OPERACIONAL	Desempeño y eficiencia en la utilización de los recursos disponibles. ¿los recursos son utilizados de forma eficiente?	Velocidad vehicular
		Productividad
		Seguimiento de demanda y oferta del sistema
		Costo operacional
3) DISPONIBILIDAD Y ACCESO AL SERVICIO	Disponibilidad y facilidad de acceso de los servicios de transporte público para potenciales personas usuarias, en términos espaciales, temporales, físicos, informacionales y económicos. ¿las personas consiguen acceder al servicio?	Cobertura y población atendida
		Infraestructura de acceso al sistema
		Frecuencias y horario de operación
		Información y atención a usuarios
		Accesibilidad universal (acceso al servicio por personas con movilidad reducida)
		Intermodalidad
4) CONVENIENCIA, CONFIABILIDAD Y CONFORT (EXPERIENCIA DE VIAJE)	Calidad del servicio prestado a las personas usuarias durante su viaje (una vez que accedieron al sistema). ¿la experiencia de viaje ocurre bajo nivel de servicio adecuado?	Nivel de Ocupación
		Tiempo de viaje de los usuarios
		Confiabilidad y previsibilidad
		Conectividad e integración de la red
		Comodidad en los viajes
5) SEGURIDAD EN EL ACCESO Y USO DEL SERVICIO	Condiciones de seguridad del sistema. ¿el servicio ofrece condiciones adecuadas de seguridad?	Seguridad personal
		Seguridad de las mujeres
		Seguridad vial
6) IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES A LA COMUNIDAD COMO UN TODO	Impactos del sistema más allá de sus usuarios, incluyendo externalidades ambientales, sociales y económicas. ¿cuáles son los impactos del sistema sobre toda la sociedad?	Acceso a oportunidades
		Eficiencia energética y emisiones
		Ruidos y vibraciones

Fuente: Elaboración propia.

La estructura de criterios busca consolidar y sistematizar una gama amplia de criterios que típicamente se consideran en los diferentes abordajes metodológicos y casos de estudio, organizados bajo un marco lógico, que sirve de base para ese proceso de discusión, priorización y formulación de los estándares de cada sistema. La Tabla 2-2 muestra un resumen comparativo de los criterios abordados en las principales referencias técnicas de calidad de servicio de transporte público analizadas con base en la estructura propuesta.

La mayoría de los criterios de los grupos 3, 4 y 5 (Disponibilidad y acceso al servicio; Conveniencia, confiabilidad y confort; y Seguridad en el acceso y uso del servicio) están presentes en gran parte de las referencias del tema, pero es posible observar cómo los grupos 1 y 2 (Recursos y Eficiencia operacional), cuando en efecto aparecen, es principalmente en las guías latinoamericanas. Esto se debe a que se incluyeron criterios de caracterización básica del servicio que en general no constan parámetros de monitoreo en ciudades de países desarrollados, donde se asumen como "hecho consumado". Sin embargo, en el contexto latinoamericano requieren un acompañamiento y control más atento, por lo cual es importante incluirlos como parte integrante de la gestión de calidad. El grupo 6 (Impactos ambientales y sociales) está presente en las metodologías que buscan incluir una visión más holística sobre el contexto general, no limitados sólo al sistema de transporte público de interés específico.

Finalmente, siguiendo la meta de lograr una verdadera actualización, algunos criterios adicionales fueron incluidos además de los que usualmente propone la literatura, para reflejar aspectos importantes que han surgido en la gestión de calidad del transporte público. Por ejemplo, las condiciones de trabajo de los prestadores de servicio, la seguridad para las mujeres o el nivel de acceso a oportunidades (prácticamente ausentes en las referencias existentes).



Tabla 2-2. Comparación de criterios abordados en las principales referencias técnicas sobre calidad de servicio del transporte público.

GRUPO	CRITERIO	EN 13816 (2002)	TCRP (2013)	ANTP (2019)
RECURSOS	Infraestructura de acceso y circulación del TPC			●
	Flota			●
	Sistemas tecnológicos			
	Patios y garajes			
	Recursos humanos y condición de trabajo			
EFICIENCIA OPERACIONAL	Velocidad y tiempos de ciclo			
	Desempeño operacional			●
	Relación demanda y oferta			●
	Costo operacional			
DISPONIBILIDAD Y ACCESO AL SERVICIO	Cobertura y población atendida		●	
	Horario de operación	●	●	
	Información usuarios sobre la red y la oferta	●	●	●
	Accesibilidad universal (acceso al servicio para personas con movilidad reducida)	●	●	●
	Intermodalidad	●	●	
	Costo de transporte y sistema de pago	●	●	●
CONVENIENCIA, CONFIABILIDAD Y CONFORT (EXPERIENCIA DE VIAJE)	Ocupación	●	●	●
	Tiempo de viaje de los usuarios	●	●	
	Conectividad de la red	●	●	
	Confiabilidad y previsibilidad	●	●	●
	Confort y conveniencia en los viajes	●	●	●
SEGURIDAD EN EL ACCESO Y USO DEL SERVICIO	Seguridad personal	●	●	
	Seguridad de las mujeres			
	Seguridad vial	●	●	●
IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES A LA COMUNIDAD COMO UN TODO	Acceso a oportunidades			
	Eficiencia energética y emisiones	●		
	Nivel de ruido	●		

Fuente: Elaboración propia.

## 2.3 Indicadores de calidad

Una vez definidos los factores de la calidad de servicio que se desea incorporar en la estructura de monitoreo y evaluación, cada criterio, por su parte, puede ser evaluado a través de diversos indicadores. Algunos criterios son bastante específicos de tal forma que un único indicador puede ser suficiente. Pero gran parte requiere un mayor número de medidas para tratar los distintos aspectos del servicio dentro de ese mismo criterio, sea por la complejidad o por la amplitud de lo que se busca representar y monitorear.

La presente propuesta metodológica busca dar un paso adicional al integrar, en la misma estructura, la clasificación de los criterios y las distintas etapas en el ciclo de calidad propuesto en la norma europea. De esa forma, **para cada criterio, se pueden estipular los respectivos indicadores que reflejen la perspectiva de los prestadores de servicio (con foco en el desempeño operacional, como brecha entre la calidad planificada y la calidad ofertada) y/o la perspectiva de las personas usuarias (con foco en la satisfacción, como brecha entre la calidad percibida y la deseada)**. La Tabla 2-3 presenta varios ejemplos de indicadores para cada criterio, para ambas perspectivas (excepto en dónde no aplican).

Del lado de la prestación de servicio, se utiliza una combinación de indicadores que miden específicamente la oferta planificada, otras se enfocan en la oferta ejecutada, y aquellos que tratan del desempeño operacional, los cuales apuntan qué tan distante lo practicado está de lo previsto. Mientras que el intervalo promedio o la velocidad comercial representan aspectos de la calidad ofertada, los índices de cumplimiento de la oferta programada, de regularidad y puntualidad, por ejemplo, muestran la brecha entre lo previsto y lo ejecutado (el desempeño operacional). El capítulo 4 presenta y discute en mayor nivel de detalle ese grupo de indicadores.

Ya en el campo de la perspectiva de usuarios, se utilizan diferentes formas de medir la brecha entre calidad percibida y deseada, reflejada en los niveles de satisfacción con cada aspecto del servicio. El principal instrumento para esa finalidad son las encuestas que miden de manera sistemática la percepción de los pasajeros, realizados con base a muestreos controlados, pero también es posible aprovechar datos recopilados en los canales de quejas y reclamos categorizados por temas, que, a pesar de tener mayor sesgo estadístico, pueden ser una fuente útil de identificación de algunos problemas y deficiencias del sistema de transporte. El capítulo 3 aborda en mayor profundidad ese grupo de indicadores.

Otra característica que debe ser considerada es que un mismo aspecto del servicio también puede ser medido de más de una manera. En muchos casos, existen diferentes alternativas de indicadores que pueden ser calculados a partir de un mismo set de insumos base (a ejemplo de los indicadores de cumplimiento de viajes, regularidad y puntualidad, para medir la frecuencia efectiva del servicio, o los indicadores de velocidad comercial o tiempo de ciclo).

También existen las situaciones en que la forma de medir un aspecto del servicio puede variar en función del tipo de información disponible, del nivel de desagregación y de los atributos de los datos existentes en cada sistema. Por ejemplo, dependiendo de la finalidad del análisis, puede ser más conveniente calcular los niveles de ocupación como un promedio por vehículo, por tramo o por corredor. Los indicadores de kilometraje recorrido, de número de salidas o de capacidad ofertada, para medición de la disponibilidad de la oferta, pueden ser analizados para el sistema como un todo, para un determinado corredor, para cada servicio o dividido por períodos del día, entre otros ejemplos posibles, dependiendo de lo que los insumos permitan y de la finalidad del indicador.

Por estos motivos, cada sistema (y cada ciudad) debe llevar a cabo sus propios procesos de discusión sobre las necesidades y prioridades principales respecto al servicio de transporte público, que reflejen una visión de calidad de servicio. A partir de allí, seleccionar los criterios y factores que deben ser parte central del sistema de monitoreo y evaluación de la calidad de servicio. Algunas ciudades con menos recursos y necesidades más específicas pueden optar por concentrar esfuerzos en un número reducido de indicadores que les ofrezcan los insumos técnicos para enfrentar los desafíos clave de sus sistemas. Otras ciudades con mayor disponibilidad de recursos (personal técnico especializado, amplia capacidad de gestión y evaluación, sistemas tecnológicos y fuentes de datos abundantes) con capacidad para desarrollar sistemas de monitoreo más complejos pueden crear una estructura de indicadores que abarquen todos o la mayoría de los criterios de calidad de servicio.

Las siguientes secciones ofrecen algunos conceptos útiles para lidiar con la variedad de opciones metodológicas y especificidades de cada contexto y cada sistema inherentes a los procesos de formulación de indicadores de calidad de servicio mencionados anteriormente.



Tabla 2-3. Ejemplos de indicadores por criterio.

GRUPO	CRITERIOS	INDICADORES DE CALIDAD OFERTADA Y DESEMPEÑO OPERACIONAL	INDICADORES DE CALIDAD PERCIBIDA Y SATISFACCIÓN
RECURSOS	Infraestructura asociada a la operación del sistema de transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extensión de la red de infraestructura dedicada (carriles exclusivos)</li> <li>Estado de conservación de la infraestructura de circulación del transporte público (pavimento en tráfico mixto y en carriles exclusivo)</li> <li>Número de paradas, estaciones y terminales operando y en condiciones adecuadas (o como porcentaje en relación al número previsto)</li> </ul>	–
	Flota	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flota total, operativa y de reserva (total, por línea y tipo)</li> <li>Edad promedio de la flota y cantidad de vehículos con edad superior a la máxima recomendada o permitida (por tipología vehicular)</li> <li>Kilometraje promedio de los vehículos (odómetro) y cantidad de vehículos con kilometraje recorrida superior a la recomendada o permitida</li> </ul>	–
	Sistemas tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flota con dispositivos embarcados de GPS</li> <li>Nivel de disponibilidad y transmisión de AVL</li> <li>Flota con dispositivos embarcados de validación de pago</li> <li>Flota con videomonitorio</li> </ul>	–
	Patios y garajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estado de conservación de los patios y garajes</li> <li>Capacidad de los patios y garajes respecto a la flota prevista o necesaria</li> <li>Existencia de equipo e infraestructura suficientes y adecuadas para abastecimiento, recarga, inspección y mantenimiento de la flota en los patios y garajes</li> </ul>	–
	Recursos humanos y condiciones de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de operadores y conductores</li> <li>Programas de capacitación y reciclaje de manejo y directrices de conducta del personal</li> <li>Cumplimiento de las jornadas de trabajo</li> <li>Accidentes laborales</li> <li>Productividad del personal</li> </ul>	–

GRUPO	CRITERIOS	INDICADORES DE CALIDAD OFERTADA Y DESEMPEÑO OPERACIONAL	INDICADORES DE CALIDAD PERCIBIDA Y SATISFACCIÓN
EFICIENCIA OPERACIONAL	Velocidad vehicular	<ul style="list-style-type: none"> <li>Velocidad promedio por tramo o corredor</li> <li>Velocidad comercial de la línea o servicio</li> <li>Ratio entre velocidad promedio de los buses y del transporte individual en un mismo corredor o tramo de la red vial</li> <li>Tiempo adicional gastado por la flota como resultado de congestión e interferencias del tráfico mixto</li> </ul>	–
	Productividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de pasajeros por kilómetro (IPK)</li> <li>Índice de pasajeros equivalente por kilómetro (IPKe, apenas pasajeros pagantes)</li> <li>Índice de pasajeros por bus (IPB)</li> <li>Índice de renovación de pasajeros</li> <li>Recorrido promedio diario por bus</li> <li>Índice de fallas/varados</li> <li>Tiempo de respuesta a fallas</li> <li>Número promedio de conductores por vehículo</li> <li>Kilometraje en vacío (total/porcentual)</li> </ul>	–
	Seguimiento de demanda y oferta del sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demanda prevista y observada (total, por categorías tarifarias, gratuidades y descuentos, y por características como género, edad, racial, ocupación, frecuencia de uso, etc., cuando posible)</li> <li>Número de partidas programadas y cumplidas</li> <li>Kilometraje programado y ejecutado</li> <li>Capacidad programada, ofrecida y utilizada</li> </ul>	–
	Costo operacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costo por km (promedio, por tipo de vehículo)</li> <li>Costo por pasajero (promedio, por pasajero equivalente pago)</li> <li>Costo total de operación</li> <li>Balance de ingresos y costos</li> </ul>	–

GRUPO	CRITERIOS	INDICADORES DE CALIDAD OFERTADA Y DESEMPEÑO OPERACIONAL	INDICADORES DE CALIDAD PERCIBIDA Y SATISFACCIÓN
DISPONIBILIDAD Y ACCESO AL SERVICIO	Cobertura y población atendida	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cobertura geográfica del sistema</li> <li>Personas atendidas a menos de una distancia mínima (por ejemplo, 500 metros o 10 minutos a pie) de estaciones o paradas con frecuencia mínima de transporte público (total, por género, edad, raza, personas con discapacidad) [PNT: People Near Transit]</li> <li>Distancias (o tiempos) de caminata hasta punto de parada o estación más cercana</li> <li>Distancia promedio entre puntos de parada o estaciones (por línea, corredor o tramo)</li> <li>Número de personas afectadas por eventos y contingencias en la operación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre la disponibilidad de rutas o servicios de la red de transporte (global y por barrios o regiones)</li> <li>Reclamos de falta de servicios en determinadas regiones y solicitudes de nuevos servicios en área con atendimento insuficiente o ausente.</li> <li>Percepción sobre distancias de caminata a puntos de parada y estaciones</li> <li>Reclamos sobre distancias de caminata a puntos de parada y estaciones</li> <li>Reclamos sobre tiempo de viaje adicional por eventos y contingencias en la operación</li> </ul>
	Infraestructura de acceso al sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de puntos de parada con iluminación adecuada, asientos y refugio</li> <li>Estado de conservación y limpieza de estaciones y paradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre confort, iluminación y limpieza en estaciones y paradas</li> <li>Reclamos sobre el confort, iluminación y limpieza en estaciones y paradas</li> </ul>
	Frecuencias y horario de operación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Horario de operación (desde la primera hasta la última partida del día)</li> <li>Intervalos / frecuencias de servicio programadas y ejecutadas (por hora o por períodos típicos: mañana, almuerzo, fuera de pico, tarde, noche, etc.)</li> <li>Distribución de líneas con baja frecuencia (por línea o grupos de líneas, por zona o área de cobertura)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reclamos sobre falta de servicio en determinados períodos del día (principalmente noche y madrugada)</li> <li>Percepción sobre tiempos de espera</li> <li>Reclamos sobre bajas frecuencias o altos tiempos de espera en la oferta de servicio</li> </ul>
	Información y atención a usuarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de paradas y estaciones con tabla de rutas y frecuencias/horarios de paso, con informaciones actualizadas</li> <li>Existencia de insumos sistematizados para alimentar sistemas de información al público sobre los servicios (GTFS, SIG, mapas de rutas, tablas de horarios y frecuencias, con informaciones actualizadas)</li> <li>Disponibilidad de plataforma de datos abiertos con información sobre la red y los servicios (estática y en tiempo real)</li> <li>Existencia y calidad de funcionamiento de servicio de atención al cliente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre sistema de información a usuarios</li> <li>Reclamos sobre sistema de información a usuarios</li> <li>Solicitudes para disponibilidad APIs o plataformas de datos para desarrollo de aplicaciones para información a usuarios</li> <li>Solicitudes de información sobre las rutas, horarios y frecuencias</li> </ul>
	Accesibilidad universal (acceso al servicio por personas con movilidad reducida)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porcentaje de paradas, cruces peatonales y veredas (en un radio XX metros a partir de las paradas) con condiciones adecuadas de accesibilidad universal</li> <li>Número/porcentaje de vehículos en operación con condiciones adecuadas de accesibilidad universal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre condiciones de accesibilidad de infraestructura del sistema, incluyendo paradas, estaciones y terminales por parte de personas con movilidad reducida.</li> <li>Reclamos sobre condiciones de accesibilidad de infraestructura del sistema, incluyendo paradas, estaciones y terminales con relación a parte de personas con movilidad reducida.</li> </ul>

GRUPO	CRITERIOS	INDICADORES DE CALIDAD OFERTADA Y DESEMPEÑO OPERACIONAL	INDICADORES DE CALIDAD PERCIBIDA Y SATISFACCIÓN
DISPONIBILIDAD Y ACCESO AL SERVICIO	Accesibilidad universal (acceso al servicio por personas con movilidad reducida)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número/porcentaje asientos/espacios exclusivos para personas con movilidad reducida</li> <li>Horarios/intervalos programados de los vehículos en operación con condiciones adecuadas de accesibilidad universal</li> <li>Tiempo de parada en estaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre nivel de accesibilidad de la flota o sobre disponibilidad de vehículos con condiciones adecuadas de accesibilidad universal para personas con movilidad reducida.</li> <li>Reclamos sobre nivel de accesibilidad de la flota o sobre disponibilidad de vehículos con condiciones adecuadas de accesibilidad universal para personas con movilidad reducida</li> <li>Percepción sobre tiempo de espera para vehículos con condiciones adecuadas de accesibilidad universal y tiempos de parada en estaciones</li> <li>Reclamos sobre tiempo de espera para vehículos con condiciones adecuadas de accesibilidad universal y tiempos de parada en estaciones</li> </ul>
	Intermodalidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estacionamientos para bicicletas integrados al transporte público</li> <li>Demanda/ocupación de los estacionamientos de bicicleta integrados al transporte público</li> <li>Posibilidad de uso de bicicletas dentro del sistema de transporte público</li> <li>Porcentaje de la flota con espacio dedicado y/o adaptados para ingresar con bicicletas</li> <li>Infraestructura de integración con transporte individual (park &amp; ride, bahías para parada rápida para ascenso y descenso de pasajeros en automóviles)</li> <li>Existencia de descuentos en la tarifa para viajes intermodales</li> <li>Número/porcentaje de viajes integrados (total, por categorías tarifarias, gratuidades y descuentos, y por características como género, edad, racial, ocupación, frecuencia de uso, etc., cuando posible)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre infraestructura y condiciones para realizar viajes intermodales con bicicletas u otros modos</li> <li>Reclamos sobre infraestructura y condiciones para realizar viajes intermodales con bicicletas u otros modos</li> </ul>
	Costo de transporte y sistema de pago	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tarifa pública del sistema</li> <li>Costo promedio previsto por viaje de TP (de origen a destino del viaje)</li> <li>Porcentaje del presupuesto familiar con gastos en transporte público</li> <li>Relación tarifa técnica/tarifa pública</li> <li>Grado de integración tarifaria (nivel de descuento para realizar transbordos)</li> <li>Número y distribución geográfica de los puntos de recarga de medios de pago</li> <li>Funcionamiento y confiabilidad para la recarga de medios de pago</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre la tarifa y gastos con transporte público</li> <li>Reclamos sobre el valor de la tarifa</li> <li>Percepción sobre la red de recarga de los medios de pago</li> <li>Percepción sobre confiabilidad y conveniencia del sistema de pago</li> <li>Reclamos sobre la red de carga, la confiabilidad y conveniencia del sistema de pago</li> </ul>

GRUPO	CRITERIOS	INDICADORES DE CALIDAD OFERTADA Y DESEMPEÑO OPERACIONAL	INDICADORES DE CALIDAD PERCIBIDA Y SATISFACCIÓN
CONVENIENCIA, CONFIABILIDAD Y CONFORT (EXPERIENCIA DE VIAJE)	Nivel de ocupación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel de ocupación promedio en los vehículos (por línea, tramo y/o corredor, y por intervalo de tiempo, principalmente en horas pico)</li> <li>Porcentaje del tiempo de viaje realizado en altos niveles de ocupación</li> <li>Nivel de ocupación en estaciones, plataformas y puntos de transbordo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre el nivel de ocupación de los vehículos</li> <li>Reclamos sobre el nivel de ocupación de los vehículos</li> <li>Percepción sobre el nivel de ocupación de estaciones, plataformas y paradas</li> <li>Reclamos sobre el nivel de ocupación de estaciones, plataformas y paradas</li> </ul>
	Tiempo de viaje de los usuarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiempo de viaje de los pasajeros entre estaciones de entrada y salida del sistema (promedio y distribución por hora, por zonas, y/o por líneas)</li> <li>Tiempo de viaje total de los pasajeros de origen a destino, incluyendo tramos de caminata y transbordo (promedio y distribución por zonas y por hora)</li> <li>Variabilidad del tiempo de viaje observado comparado al previsto</li> <li>Relación entre tiempo de viaje en transporte público y en transporte privado individual, por corredor o tramo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre tiempos de viaje</li> <li>Reclamos sobre tiempos de viaje</li> <li>Reclamos sobre incertidumbres y atrasos en los tiempos de viaje con relación a lo previsto</li> </ul>
	Confiabilidad y previsibilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cumplimiento de partidas (por franja horario, por línea o servicio)</li> <li>Regularidad de los servicios (líneas y corredores de mediana frecuencia)</li> <li>Puntualidad de las salidas (líneas y servicios de baja frecuencia)</li> <li>Cumplimiento de itinerarios de los servicios</li> <li>Existencia de sistema con información en tiempo real</li> <li>Estabilidad, disponibilidad y calidad del sistema de información en tiempo real</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre falta de buses o frecuencia insuficiente</li> <li>Reclamos sobre falta de buses o frecuencia insuficiente</li> <li>Percepción sobre pelotones y aperturas excesivas entre buses</li> <li>Reclamos sobre pelotones y aperturas excesivas entre buses</li> <li>Percepción sobre retrasos e impuntualidad</li> <li>Reclamos sobre retrasos e impuntualidad</li> <li>Reclamos sobre desvíos, trayectos incompletos e incumplimientos de itinerarios</li> <li>Facilidad de acceso al sistema de información tiempo real</li> <li>Satisfacción con el sistema de información tiempo real</li> </ul>

GRUPO	CRITERIOS	INDICADORES DE CALIDAD OFERTADA Y DESEMPEÑO OPERACIONAL	INDICADORES DE CALIDAD PERCIBIDA Y SATISFACCIÓN
CONVENIENCIA, CONFIABILIDAD Y CONFORT (EXPERIENCIA DE VIAJE)	Conectividad e integración de la red	<ul style="list-style-type: none"> <li>Índice de transferencias</li> <li>Tiempo de transbordo programado y observado (promedio y distribución)</li> <li>Condiciones de las áreas de integración y terminales de transferencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre cantidad de transferencias</li> <li>Percepción sobre tiempos de transferencia</li> <li>Percepción sobre conveniencia para realización de transbordos</li> </ul>
	Comodidad en los viajes Comodidad en los viajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forma de manejo y atención por parte de conductores y personal</li> <li>Estado de conservación y limpieza de la flota</li> <li>Niveles de ruido al interior de los vehículos</li> <li>Porcentaje de vehículos con aire acondicionado</li> <li>Temperatura promedio al interior de los vehículos</li> <li>Porcentaje de vehículos con wifi, USB o enchufes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre confort y cuidado en el manejo de los conductores</li> <li>Reclamos sobre el manejo de los conductores</li> <li>Percepción sobre limpieza, ruido y temperatura al interior de los vehículos</li> <li>Reclamo sobre limpieza, ruido y temperatura al interior de los vehículos</li> <li>Percepción sobre la conveniencia de tecnologías embarcadas</li> <li>Reclamos sobre tecnologías embarcadas</li> </ul>

GRUPO	CRITERIOS	INDICADORES DE CALIDAD OFERTADA Y DESEMPEÑO OPERACIONAL	INDICADORES DE CALIDAD PERCIBIDA Y SATISFACCIÓN
SEGURIDAD EN EL ACCESO Y USO DEL SERVICIO	Seguridad personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existencia de protocolos de atención a asaltos, robos u otras situaciones de riesgo personal</li> <li>Índice de incidentes reportados relacionados a la seguridad personal (robos, asaltos, etc.)</li> <li>Porcentaje de paradas, cruces peatonales y veredas (en un radio XX metros a partir de las paradas) con iluminación adecuada para peatones</li> <li>Porcentaje de estaciones o paradas con personal de seguridad, cámaras u otros dispositivos</li> <li>Frecuencias o intervalos en períodos nocturnos y de madrugada, programados y practicados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre el nivel de seguridad personal (robos, asaltos, etc.)</li> <li>Reclamos y denuncias de usuarios de incidentes relacionados a la seguridad personal (robos, asaltos, etc.)</li> </ul>
	Seguridad para mujeres	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existencia de protocolos de atención a situaciones de acoso o violencia de género</li> <li>Existencia de grupo de trabajo con objetivo de combatir violencias de género</li> <li>Porcentaje de casos de acoso que resultaron en registro oficial junto a la policía o a las autoridades que correspondan en cada lugar (requiere existencia de programas y protocolos de atención)</li> <li>Realización periódica de auditoría de seguridad de género a partir de (por lo menos XX % o todas) las paradas y terminales evaluando, entre otros criterios, iluminación y calidad de veredas.</li> <li>Número/porcentaje de personal capacitado en políticas de género</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre seguridad respecto al acoso en el sistema de transporte por parte de las mujeres</li> <li>Reclamos sobre acosos en el sistema</li> </ul>
	Seguridad vial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existencia de programa institucional de Sistemas Seguros o Visión Cero</li> <li>Índice de siniestros en el sistema de transporte</li> <li>Cantidad de personas lesionadas y fallecidas por siniestros en el sistema de transporte</li> <li>Kilometraje recorrido entre siniestros con muertos y/o heridos en el sistema de transporte</li> <li>Número de casos de exceso de velocidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre la seguridad vial en el sistema</li> <li>Reclamos sobre condiciones de seguridad vial sobre el sistema</li> </ul>

GRUPO	CRITERIOS	INDICADORES DE CALIDAD OFERTADA Y DESEMPEÑO OPERACIONAL	INDICADORES DE CALIDAD PERCIBIDA Y SATISFACCIÓN
IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES A LA COMUNIDAD COMO UN TODO	Eficiencia energética y emisiones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Volumen de emisiones de gases de efecto invernadero (CO2, CH4, N2O)</li> <li>Volumen de emisiones de contaminantes atmosféricos (MP, NOx, SOx, CO, etc.)</li> <li>Existencia de una definición clara de estándares de emisiones y eficiencia energética para la flota del sistema de transporte, y/o de un programa de monitoreo con inspecciones periódicas</li> <li>Número/porcentaje de vehículos dentro de estándares de emisiones</li> <li>Número/porcentaje de vehículos eléctricos o no contaminantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre la contaminación atmosférica asociada al transporte público</li> <li>Reclamos sobre la contaminación atmosférica asociada al transporte público</li> <li>Percepción sobre la tecnología vehicular y el nivel de contaminación de la flota</li> </ul>
	Ruidos y vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nivel de ruido en el entorno de corredores y terminales de transporte</li> <li>Nivel de vibraciones en el entorno de corredores y terminales de transporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percepción sobre la contaminación sonora del transporte público</li> <li>Reclamos sobre la contaminación sonora del transporte público</li> <li>Percepción sobre vibraciones generadas por el transporte público</li> <li>Reclamos sobre vibraciones generadas por el transporte público</li> </ul>
	Acceso a oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de oportunidades accesibles por transporte público en hasta XX minutos, para empleo, escuelas, centros de salud y de servicios públicos (promedio de la ciudad y distribución por grupos sociales)</li> <li>Porcentaje de la población que no accede al sistema de transporte y a las oportunidades debido al valor de la tarifa y del costo de transporte.</li> </ul>	—

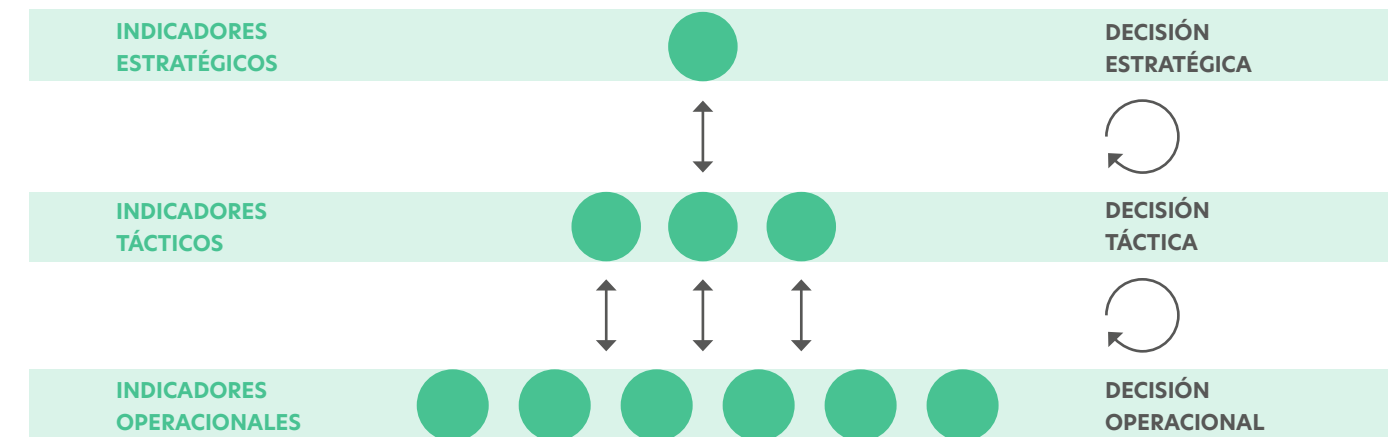
## 2.4 Niveles de decisión y de agregación

Los indicadores pueden ser utilizados en diferentes niveles de decisión para los cuales se utilizan distintos niveles de agregación. La Figura 2-2 (adaptada de Brasil, 2006) ilustra esquemáticamente el uso de indicadores en los diferentes ciclos de decisión, que ocurren en diferentes niveles. Resumidamente: la información (indicadores) alimenta los procesos (tomas de decisión), esos procesos generan productos, que por su vez inciden en el mundo real, los resultados de esas acciones retroalimentan los fenómenos medidos por los indicadores, y así reinician los ciclos de monitoreo, evaluación y decisión.

De forma general, en el nivel estratégico se utiliza un número más reducido de indicadores y en un mayor nivel de agregación, muchas veces calculados para todo el sistema o para grandes componentes de este. En la otra punta, para decisiones operacionales, típicamente se hace necesaria una mayor granularidad temporal y espacial de la información que ofrezca suficiente especificidad sobre dónde actuar para mejorar el servicio. Así, los indicadores de oferta y demanda del servicio pueden ser desagregados en diferentes dimensiones de interés conforme necesario para cada nivel de decisión y según cada criterio de calidad analizado, incluyendo:

- Por período u hora del día.
- Por día, semana, mes o año.
- Por área o región de la ciudad.
- Por tramo de corredor o eje de transporte.
- Por línea, servicio, ramal o variante.
- Por empresa operadora (individual, en consorcio o grupo de operadores).
- Por vehículo o por tipos de vehículo.
- Por modo, subsistema o tipo de servicio.

Figura 2-2 Niveles de decisión y tipos de indicadores.



Fuente: Adaptado de (Ministério das Cidades do Brasil, 2006).

Dentro de esa dinámica de utilización de la información para alimentar la toma de decisiones, se pueden distinguir diferentes ciclos de información-decisión (Brasil, 2006):

- **Ciclo completo**, conformado por todos los niveles de decisión;
- **Ciclo estratégico**, apenas entre niveles estratégico y táctico;
- **Ciclo táctico**, apenas entre niveles táctico y operacional;
- **Ciclo operacional**, limitado solamente al propio nivel operacional.

Así, los usuarios principales de cada tipo y nivel de indicadores varían según sus roles y nivel de decisión en la gestión, regulación y operación del sistema. Y, por su parte, los responsables por integrar, procesar y consolidar las informaciones deben tener siempre en mente las diferentes esferas de actuación y de decisión para las cuales son generados los resultados.

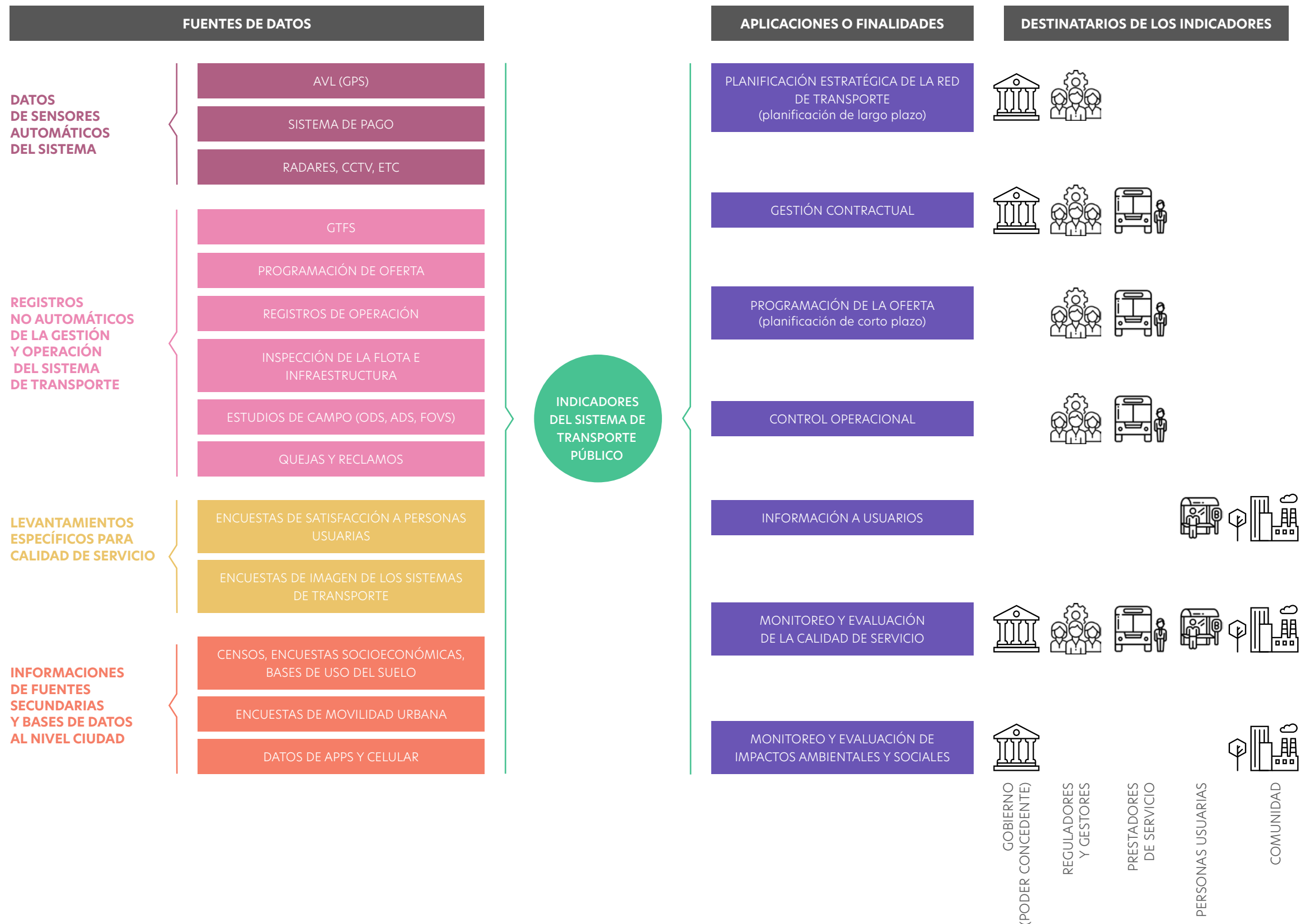
## 2.5 Uso de los indicadores

De la discusión anterior sobre los ciclos de decisión se desprenden dos preguntas centrales en la utilización de los indicadores de calidad de servicio: ¿Quiénes los utilizan? y ¿Para qué los utilizan?

Complementariamente, para calcular la enorme diversidad de indicadores posibles, también surge la pregunta: ¿Qué fuentes de datos se pueden utilizar?

La Figura 2-3 resume de manera esquemática las principales fuentes de datos, las finalidades de uso y los actores para quienes pueden destinarse indicadores del sistema de transporte público. Cada uno de esos aspectos se abordan en las secciones subsecuentes.

Figura 2-3. Fuentes de información y tipos de usuarios y aplicaciones de indicadores del servicio de transporte público.



Fuente: Elaboración propia.



## 2.5.1. Tipos de aplicaciones o finalidades de los indicadores

La gestión de calidad de servicio pasa por diferentes funciones en la cadena de planificación, operación, monitoreo y evaluación. Cada uno de esos tipos de uso requieren indicadores con diferentes grados de agregación en función de los niveles de decisión (estratégico, táctico, operacional) y de las necesidades específicas de la respectiva función en el sistema. A continuación, se presenta un listado de los distintos tipos de uso:

- **Planificación estratégica de la red de transporte (planificación de largo plazo):** series históricas de oferta y de demanda con indicadores de desempeño del servicio que sirven de insumo para los procesos de evaluación de alternativas, de priorización y definición de inversiones en la expansión de la red, ampliación de capacidad, reestructuración y actualización de servicios existentes, en el mejoramiento y fortalecimiento del sistema de transporte público.
- **Programación de la oferta (planificación de corto plazo):** indicadores con mayor desagregación para identificar el balance oferta-demanda en cada línea, área y período del día, que permitan tomar decisiones de ajustes en la programación de oferta en los días o semanas subsecuentes.
- **Gestión contractual de concesiones:** diversos niveles de agregación de indicadores, desde algunos más generales para alimentar las actividades periódicas de conciliación y pago, hasta otros más detallados para sustentar acciones de control o penalización por incumplimientos específicos.
- **Control operacional:** indicadores más desagregados con foco en el cumplimiento de la programación y nivel de servicio observado, preferentemente en tiempo real para permitir tomas de decisión oportunas, capacidad de respuesta a tiempo de regular el servicio durante la operación o atender a contingencias reduciendo al máximo las interferencias en la prestación de servicio.
- **Información a usuarios sobre el servicio:** indicadores que le permitan a los pasajeros tomar decisiones más informadas respecto a la planificación de sus rutas, a enterarse oportunamente sobre atrasos de los vehículos, a elegir horarios y/o líneas más convenientes, a evitar situaciones de ocupación vehicular excesiva u otros aspectos de mediano plazo, corto plazo o, preferentemente, en tiempo real.
- **Monitoreo y evaluación de la calidad de servicio prestado a las personas usuarias:** diversos niveles de agregación de indicadores, incluyendo medidas al nivel del sistema como un todo para seguimiento de la evolución de los principales parámetros de interés pero también indicadores que permitan identificar el nivel de servicio en puntos clave de la red para retroalimentar los procesos de control operacional, de programación de la oferta, de procesos de regulación del servicio o de planificación de largo plazo del sistema.
- **Monitoreo y evaluación de impactos ambientales y sociales para la comunidad como un todo:** típicamente indicadores con mayor nivel de agregación para el monitoreo y evaluación de las externalidades de los sistemas de transporte, tanto para la trayectoria de los costos y beneficios sociales y ambientales como para identificar la distribución de esos efectos (para fines de análisis de equidad), pero sin desconsiderar necesidades específicas de indicadores de siniestralidad, contaminación, ruido y otros impacto en puntos y horarios críticos para la comunidad.

## 2.5.1. Destinatarios de los indicadores

Asociado a los tipos de aplicación también es de interés mapear a los principales usuarios de los indicadores. En un análisis más general de las principales partes del sistema, podemos identificar cinco grandes actores:



**Gobierno (o poder concedente):** autoridad pública con la atribución definir las políticas de movilidad a nivel estratégico y de otorgar responsabilidades sobre la planificación, implementación, gestión, regulación, concesión, y operación del servicio de transporte público.



**Reguladores y gestores:** autarquías, empresas públicas, organismos descentralizados u otros tipos de entidades ejecutivas vinculadas al gobierno a las que se les haya otorgado atribuciones relacionadas a la gestión y control del servicio de transporte público.



**Prestadores de servicio:** empresas operadores de buses o trenes, proveedores tecnológicos, responsables por los sistemas de pago, mantenimiento de infraestructura o a cargo de la ejecución de diversos elementos en la cadena de producción de servicio, sean entidades públicas o empresas privadas en la forma de concesión, permisión u otra modalidad.



**Personas usuarias:** personas que utilizan o potencialmente podrían utilizar el servicio de transporte público.



**Comunidad:** individuos, grupos, organizaciones, instituciones académicas, empresas y otros actores sociales efectivamente o potencialmente afectados, de forma directa o indirecta, por la existencia del sistema de transporte, sus beneficios y externalidades negativas.

Cada uno de esos grandes actores, naturalmente, se subdividen en una multiplicidad de instancias, organizaciones, grupos y/o individuos, pero esa agrupación ofrece una clasificación según algunas responsabilidades e intereses clave respecto al sistema de transporte. Dependiendo de la configuración de roles y modelos de operación, en algunas ciudades un mismo actor puede asumir más de una de esas funciones, sea actuando al mismo tiempo como poder concedente y gestor del sistema, o en casos en que la operación está a cargo del sector público, en donde termina habiendo sobreposición de atribuciones de operador, gestor y regulador.



### 2.5.3. Tipos de insumos para los indicadores

Finalmente, otro elemento fundamental para la discusión sobre indicadores son las fuentes de datos que pueden servir de insumos para la medición de la calidad de servicio de transporte público. En la próxima sección se discuten algunos de los principales aspectos sobre diversas fuentes de datos disponibles para esa finalidad, agrupándolas en cuatro grandes categorías:

#### DATOS DE SENSORES AUTOMÁTICOS DEL SISTEMA

Generados de forma continua por componentes tecnológicos en la operación rutinera del sistema de transportes, como los validadores de pago y los equipos de GPS de la flota.

#### REGISTROS NO AUTOMÁTICOS DE LA GESTIÓN Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

Generados en diversas etapas de la cadena de producción del servicio, sea con equipos electrónicos o de manera manual.

#### LEVANTAMIENTOS ESPECÍFICOS PARA CALIDAD DE SERVICIO

Realizados con esa finalidad principal, como las encuestas de satisfacción a pasajeros.

#### INFORMACIONES DE FUENTES SECUNDARIAS Y BASES DE DATOS AL NIVEL CIUDAD

Como Censos de población, SIG de la red vial y del uso del suelo o encuestas domiciliarias de movilidad.

## 2.6 Fuentes de datos para el monitoreo de la calidad de servicio

La creciente incorporación de sistemas tecnológicos en la producción del servicio de transporte en las últimas décadas generó no sólo un aumento en la cantidad de información disponible sobre los sistemas de transporte pero también en la diversidad. Las oportunidades de utilización de esos insumos vinieron acompañadas de desafíos de integración, estandarización, interoperabilidad de sistemas y protocolos, bien como de capacidad técnica e institucional. El uso de registros manuales todavía es bastante común para actividades de control y fiscalización en campo, principalmente en contextos que cuentan con menos recursos y más limitaciones en sus estructuras de gestión. Pero la incorporación cada vez más diseminada de equipos embarcados para localización automática de los vehículos (más conocido por su sigla en inglés AVL - Automatic Vehicle Location) y de sistemas de pago electrónicos refuerza la importancia de que las ciudades se preparen adecuadamente para sacar provecho de esos datos para fortalecer sus procesos y mejorar la calidad de servicio.

Las fuentes de información pueden organizarse según algunas características de utilidad para fines de aplicación para indicadores del servicio de transporte, conforme mencionado anteriormente, separándolas en cuatro grandes grupos. En las próximas páginas se discute resumidamente, para cada grupo de tipos de insumos (definidos en la sección 2.5.3), diversos ejemplos de fuentes de información, destacando potenciales, limitaciones y desafíos para su utilización.

Cada fuente de información puede servir de insumo para diversos indicadores de calidad de servicio, especialmente los datos de sensores y las encuestas de percepción. Algunas medidas requieren la combinación de más de una fuente. Por ejemplo, aquellos asociados a la cobertura de la red o a la representación del nivel de acceso a oportunidades, que dependen de datos demográficos y de atributos para calcular tiempos de viaje entre orígenes y destinos.

## DATOS GENERADOS AUTOMÁTICAMENTE EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE

### DESCRIPCIÓN DEL GRUPO

Componentes tecnológicos del sistema de transporte público que generan automáticamente los datos necesarios para diferentes funciones en la cadena de prestación de servicio. Generalmente proveen registros con alta densidad temporal, con variados grados de desagregación en la localización espacial, y acompañados de diversas variables de caracterización que pueden ser de gran utilidad. Por ejemplo: atributos relacionados a las especificaciones de las unidades vehiculares, a los individuos y tipos de tarifas, etc.

#### FUENTES DE DATOS

##### DATOS DE SENSORES AUTOMÁTICOS DEL SISTEMA

##### REGISTROS NO AUTOMÁTICOS DE LA GESTIÓN Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

##### LEVANTAMIENTOS ESPECÍFICOS PARA CALIDAD DE SERVICIO

##### INFORMACIONES DE FUENTES SECUNDARIAS Y BASES DE DATOS AL NIVEL CIUDAD

### FUENTES DE INFORMACIÓN

**Sistema de localización automática de los vehículos** (más conocido por su sigla en inglés **AVL** - Automatic Vehicle Location), integrado a partir de registros de GPS embarcados en las unidades.

**Sistema electrónico de pago (SEP)** con registros de entradas (y en pocos casos también de salida) de pasajeros al sistema, sea embarcado en los vehículos o en estaciones y terminales.

**Registros de radares de fiscalización de velocidad y control de tráfico, circuitos cerrados de video (CCTV) y otros** sensores asociados al sistema de transporte.

### PRINCIPALES OBSERVACIONES

- Enorme potencial para generar indicadores asociados a la oferta y al nivel de servicio.
  - En general, con gran nivel de desagregación espacial y temporal.
  - Si los buses cuentan con dispositivos GPS confiables, los datos recopilados cubren todo el sistema de manera continua, lo que resulta en una muestra abundante y detallada.
  - La implementación de sistemas GPS en los buses es relativamente económica y sencilla, así como los costos de operación y mantenimiento.
  - Esta tecnología ya está bien establecida y probada y, si es correctamente implementada, puede ser muy confiable.
- 
- Enorme potencial para generar indicadores asociados a la demanda y nivel de servicio.
  - En general, con gran nivel de desagregación espacial y temporal.
  - Provee poca información relacionada a la cadena de viajes; sin datos de puntos de origen y destino de los viajes (solamente puntos de validación en el abordaje, excepcionalmente de desembarque) ni de encadenamiento con los demás desplazamientos.
  - Muestreo extraordinariamente mayor (en porcentaje del universo de análisis, y en series históricas) que fuentes de levantamientos de campo tradicionales.
  - Los sistemas de pago electrónico son cada vez más usuales en sistemas de transporte público, con opciones de bajo costo de implementación, operación, y mantenimiento.
  - Esta tecnología está bien establecido y probada, y posee diferentes mecanismos para reducir fraudes en el pago - lo que aumenta la confiabilidad en los datos.
- 
- Las cámaras instaladas en los vehículos y terminales pueden generar automáticamente indicadores de ocupación y permitir ajustes en la programación en tiempo real.
  - Los radares de fiscalización y control de tráfico permiten la obtención de datos del flujo de vehículos. Estos son importantes para la planificación del transporte, y la aplicación de penalidades a los vehículos privados que cometen infracciones, así como controlar los límites de velocidad o la invasión de los carriles exclusivos del transporte colectivo.
  - Los costos de implementación de elementos de fiscalización de velocidad y control de tráfico (cámaras, radares, sensores, etc.) no son altos, pero requieren una red suficientemente amplia para habilitar una mayor gama de análisis.
  - Como la implementación de estos elementos no se diseña ni se planifica con el propósito de recolectar datos de transporte público, estos no cuentan necesariamente con una estructura y cobertura que faciliten o permitan el uso de los datos generados para la medición de indicadores de calidad de servicio.
  - Es común que estos registros tengan una confiabilidad relativamente elevada, especialmente los equipos de fiscalización. Sin embargo, esto depende de las condiciones de mantenimiento.

# REGISTROS NO AUTOMÁTICOS (MANUALES O ELECTRÓNICOS) DE LA OPERACIÓN Y GESTIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO

## DESCRIPCIÓN DEL GRUPO

Fuentes de información generadas como parte de los procesos de la cadena de prestación de servicio, tomados de forma manual por personal de campo o a través de equipos electrónicos (pero que dependen de ser generados, operados o accionado por personas).

### FUENTES DE DATOS

DATOS DE SENSORES AUTOMÁTICOS DEL SISTEMA

REGISTROS NO AUTOMÁTICOS DE LA GESTIÓN Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

LEVANTAMIENTOS ESPECÍFICOS PARA CALIDAD DE SERVICIO

INFORMACIONES DE FUENTES SECUNDARIAS Y BASES DE DATOS AL NIVEL CIUDAD

## FUENTES DE INFORMACIÓN

**Bases de datos y hojas de cálculo de programación de oferta** (registro de los itinerarios y sus respectivas listas completas de horarios de despacho de cada línea, servicio o ramal del sistema, generalmente definidos para cada día de la semana y para períodos o situaciones específicas recurrentes, como períodos de vacaciones escolares, días de eventos deportivos, etc.).

**GTFS** (base de datos de la programación en formato estandarizado y ampliamente utilizado internacionalmente). Esta fuente contiene información de las líneas, itinerarios, puntos de parada y estaciones, frecuencias y horarios de servicio, entre otros atributos.

**Registros de operación**, como horarios de partidas y de pasos por puntos de control, realizados por la supervisión/fiscalización de campo y/o por las empresas operadoras.

**Estudios de campo de ascenso-descenso (embarque-desembarque), de origen-destino (embarcadas y/o en terminales y paradas), conteos vehiculares y de ocupación visual**, realizados manualmente, con o sin auxilio de equipos electrónicos como tabletas o celulares, para generar perfiles de ocupación de un muestreo de rutas, para estimar patrones de desplazamientos entre puntos de la red, y para medir frecuencias y flujos de pasajeros en determinados tramos, respectivamente.

## PRINCIPALES OBSERVACIONES

- La sistematización y digitalización de los datos de la red de transporte y de la programación permiten el cálculo de indicadores de cobertura, frecuencia, capacidad y acceso al sistema de transporte; y facilitan el diseño y la evaluación de cambios en la red.
- Es relativamente común encontrar este tipo de información con poco o ningún nivel de sistematización, e incluso sin digitalizar adecuadamente. Esto dificulta su utilización para fines de monitoreo, evaluación y modelización. En estos casos, es recomendable organizar y modernizar la forma de registrar la programación de oferta, lo cual además de facilitar su utilización para otras finalidades también aumenta mucho la eficiencia y la confiabilidad en las tareas de actualización y ajuste de las mismas.
- Constituye un formato que facilita enormemente poner la información del servicio a disposición de los usuarios en aplicaciones y permitir la selección de rutas, con potencial de reducción de los tiempos de viaje de los pasajeros.
- Permite informar a los usuarios de manera rápida sobre posibles modificaciones en las rutas y horarios causadas por contingencias y problemas operativos.
- Enorme potencial de utilización por entidades académicas y todo tipo de instituciones de todo el mundo para el desarrollo de estudios de acceso a oportunidades, inequidades sociales e impactos climáticos, incrementando la capacidad técnica instalada de poder público.
- En contextos de menor automatización de procesos, estos registros permiten la fiscalización del cumplimiento de las partidas programadas y el cálculo de indicadores de puntualidad, posibilitando la aplicación de penalidades y sanciones.
- Tienen limitada confiabilidad. Esto porque están sujetos a fallas humanas (no observar una partida o llegada), errores de registro (anotar el horario incorrecto), etc.
- Para mayor cobertura de datos, es necesario tener siempre personas en los puntos de partidas y llegadas, generando mayores costos operacionales. Los costos iniciales de implementación son menores, pues no necesitan inversiones en equipos. Sin embargo, el costo de adquisición de datos es grande, pues requiere personas en todos los turnos y en diferentes puntos de la red.
- En contextos de menor automatización de procesos y ausencia de otras fuentes de información, constituyen el insumo principal para estudios de demanda y oferta. Estos sirven para calcular, entre otras cosas, indicadores de ocupación para determinadas rutas, tramos de la red y períodos del día.
- Estos levantamientos son de alto costo y generan muestras bastante limitadas si se los compara con los datos recabados con sensores automáticos del sistema (AVL, validaciones de pago electrónico, etc.). Esta fuente de información sólo ofrece resultados para los días y períodos encuestados, así como para las rutas y tramos de la red levantados.

## REGISTROS NO AUTOMÁTICOS (MANUALES O ELECTRÓNICOS) DE LA OPERACIÓN Y GESTIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO

(continuación)

### FUENTES DE INFORMACIÓN

### PRINCIPALES OBSERVACIONES

Registros de inspección de conservación y limpieza de la flota, realizados por la supervisión/fiscalización de campo y/o por las empresas operadoras.

- Estos registros son fundamentales para asegurar el funcionamiento y calidad de los vehículos del sistema de transporte, debido a sus impactos sobre el desempeño operativo del mismo, y la seguridad y confort de los usuarios.

Registros de mantenimiento y de eventos de averías de la flota.

- Estos registros son críticos para el cálculo y monitoreo de indicadores de desempeño operativo los cuales son importantes para la evaluación de medidas de cambio de la flota y/o readecuación de infraestructura vial.

Inventarios de infraestructura y levantamientos de estado de conservación de paradas, estaciones y terminales.

- Estos inventarios son importantes para asegurar condiciones adecuadas de acceso al sistema de transporte, debido a sus impactos sobre el nivel de servicio, la seguridad y confort de los usuarios, además de crear condiciones para el funcionamiento adecuado y eficiente del sistema.

Registros de peticiones, quejas y reclamos.

- Estos registros ofrecen indicios de la percepción de las personas usuarias del servicio y sobre distintos puntos de atención que deben ser analizados por los operadores. Estos registros no substituyen las encuestas de satisfacción, pero en su ausencia sirven como información para detectar algunos problemas.
- Estos registros en general no son representativos de la población o de la calidad global del servicio.
- Costos de recolección y sistematización relativamente bajos, principalmente si son realizados como parte de servicios de atención ciudadano más amplio de los gobiernos locales, incluyendo diversos sectores de la ciudad y no apenas al transporte.

#### FUENTES DE DATOS

DATOS DE SENSORES AUTOMÁTICOS DEL SISTEMA

REGISTROS NO AUTOMÁTICOS DE LA GESTIÓN  
Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

LEVANTAMIENTOS ESPECÍFICOS PARA CALIDAD  
DE SERVICIO

INFORMACIONES DE FUENTES SECUNDARIAS  
Y BASES DE DATOS AL NIVEL CIUDAD

## ENCUESTAS Y LEVANTAMIENTOS REALIZADOS ESPECÍFICAMENTE PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE SERVICIO

### DESCRIPCIÓN DEL GRUPO

Encuestas realizadas con el objetivo específico de medir la calidad de servicio, particularmente bajo la perspectiva de las personas usuarias del transporte público y de la población en general, incluyendo usuarios de otros modos de transporte.

#### FUENTES DE DATOS

DATOS DE SENSORES AUTOMÁTICOS DEL SISTEMA

REGISTROS NO AUTOMÁTICOS DE LA GESTIÓN Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

LEVANTAMIENTOS ESPECÍFICOS PARA CALIDAD DE SERVICIO

INFORMACIONES DE FUENTES SECUNDARIAS Y BASES DE DATOS AL NIVEL CIUDAD

#### FUENTES DE INFORMACIÓN

Encuestas de satisfacción a personas usuarias.

Encuestas de imagen de los sistemas de transporte (entrevistando a la población en general, usuaria y no usuaria del servicio).

#### PRINCIPALES OBSERVACIONES

- Permiten comprender la satisfacción de los usuarios con el servicio de transporte público e identificar los puntos críticos del sistema a partir de la perspectiva de quien lo utiliza, de manera más amplia y con representatividad estadística adecuada.
- En general, se aplican encuestas en las principales líneas o terminales del sistema de transporte colectivo, con mayor flujo de personas, pero sin dejar de evaluar aunque sea parcialmente servicios más dispersos y menos frecuentes de la red.
- Es posible recolectar informaciones socioeconómicas asociadas a la satisfacción, lo que permite evaluar los aspectos de la oferta de acuerdo con las diferentes necesidades y demandas de los distintos grupos de usuarios.
- Al contrario de las encuestas de satisfacción, las encuestas de imagen permiten incorporar la percepción de las personas no usuarias del servicio, lo que es importante para planear acciones direccionadas a atraer nuevos usuarios para el transporte colectivo.
- Las preguntas son más amplias y generales, con poco detalle de aspectos o criterios específicos del sistema de transporte colectivo.
- Permiten comparar la percepción sobre diferentes modos de transporte que operan en la ciudad.

## INFORMACIONES DE FUENTES SECUNDARIAS Y BASES DE DATOS AL NIVEL CIUDAD

### DESCRIPCIÓN DEL GRUPO

Fuentes de información existentes para fines de planificación, formulación y evaluación de políticas públicas, relacionadas o no a movilidad urbana, con utilidad para algunos indicadores de calidad de servicio.

#### FUENTES DE DATOS

DATOS DE SENSORES AUTOMÁTICOS DEL SISTEMA

REGISTROS NO AUTOMÁTICOS DE LA GESTIÓN Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

LEVANTAMIENTOS ESPECÍFICOS PARA CALIDAD DE SERVICIO

INFORMACIONES DE FUENTES SECUNDARIAS Y BASES DE DATOS AL NIVEL CIUDAD

#### FUENTES DE INFORMACIÓN

#### PRINCIPALES OBSERVACIONES

Censo demográfico y datos socioeconómicos de la ciudad.

- Una vez que son colectados por otras entidades, el costo de adquisición de estos datos es bajo. Sin embargo, dependen de suficiente capacidad técnica de procesamiento y análisis.
- Su utilización para indicadores de transporte público es limitada a como el cuestionario y la sectorización fueron diseñados y aplicados.
- Por general, esos datos son confiables, pero es importante evaluar las limitaciones de la muestra para informaciones y análisis específicas.

Bases georeferenciadas de infraestructura urbana, uso del suelo y atributos geográficos de la región.

- Las informaciones espaciales de los diversos atributos naturales, urbanísticos, económicos, y otros de la ciudad permiten el cruce con otras fuentes, de gran utilidad para análisis de planificación del sistema, de evaluación de su alcance y distribución respecto a las características socioeconómicas, o para el mismo diseño y actualización de los itinerarios, por ejemplo.

Encuestas domiciliarias de movilidad urbana (encuestas origen-destino).

- Base de datos con representatividad estadística robusta, asociando características socioeconómicas de individuos y domicilios con las respectivas cadenas de viaje.
- Muy costosas y con bajísima periodicidad (típicamente a cada 10 años)
- Muestreo muy reducido (porcentaje muy pequeño del total de viajes realizados) y no brinda series históricas diarias, semanales o mensuales.

Datos generados por servicios de transporte por aplicaciones y softwares de navegación (Uber, Didi, Lyft, TomTom, etc.), con informaciones sobre velocidades de flujo por tramo de la red vial, tiempos de viaje por transporte privado individual entre pares de origen y destino.

- Ese tipo de datos puede ser de utilidad para obtener informaciones acerca de cuellos de botella en la red (cuando no hay priorización vial para los buses) y del tráfico motorizado individual, aplicable para algunos indicadores.
- El costo de adquisición es relativamente bajo en algunos casos, principalmente donde los propietarios crean plataformas de acceso público y con APIs, pero no siempre son de fácil acceso y demandan bastante capacidad de procesamiento y análisis para sacarles provecho.

Datos generados por las redes de telefonía celular, con informaciones sobre patrones de desplazamientos de individuos.

- Todavía no tienen aplicación sistematizada para análisis más precisos de movilidad urbana, principalmente en América Latina, donde la infraestructura de las redes de comunicación no registra los datos con pequeños intervalos de tiempo.
- La práctica de mercado todavía resulta en costos muy elevados de adquisición, y sin soporte adecuado para obtener resultados con la precisión, atributos de los viajes y nivel de desagregación compatibles con las necesidades del sector.
- Tienen mayor volumen de datos y representan mejor los desplazamientos por modos activos o motivos no mandatorios, en especial en días no hábiles, que no son representados o son subrepresentados por las encuestas domiciliarias.
- Involucran datos personales privados y tienen menos información de los individuos y que son importantes para análisis de movilidad, como ingreso, género, raza, edad, etc.



# 3

## INDICADORES DE SATISFACCIÓN DE PERSONAS USUARIAS

---

- 3.1 ¿Qué son los indicadores de satisfacción?
- 3.2 Herramientas para el monitoreo de la satisfacción de personas usuarias
- 3.3 Encuestas de satisfacción de la calidad de servicio
- 3.4 Otros instrumentos de gestión de calidad enfocados en la perspectiva de las personas usuarias
- 3.5 Incorporación de índices de satisfacción en los criterios de remuneración de los prestadores de servicio



### 3. INDICADORES DE SATISFACCIÓN DE PERSONAS USUARIAS

La pérdida de demanda frente otros modos de transporte como el automóvil particular, la motocicleta o los servicios por aplicativos es una clara señal de que el transporte público necesita transformarse en una alternativa mucho más atractiva y conveniente para las personas. Eso requiere de soluciones que detecten y resuelvan los problemas de quienes dependen de este transporte diariamente y de quienes podrían potencialmente elegirlo.

De acuerdo con Rivas, Suárez-Alemán y Serebrisky (2019), como mencionado anteriormente en el capítulo 1, en las últimas décadas el transporte público ha perdido sistemática y progresivamente participación en la demanda de viajes en las ciudades de América Latina en relación con el transporte individual. Diversos factores se combinan para causar esa situación: falta de inversión en infraestructura, competencia del transporte informal, congestión, entre otros que también aparecerán en la investigación que se mencionará más adelante en este capítulo.

Para revertir esta tendencia es necesario entonces comprender la perspectiva de las personas usuarias. Si bien, cada persona y grupo sociodemográfico es distinto, la literatura evidencia que a la hora de elegir modo es la calidad y la conveniencia del servicio lo que importa a las personas usuarias. Ante esto es necesario identificar los elementos críticos para aumentar el uso del transporte público, incrementando también los beneficios relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)<sup>1</sup> al ser más eficiente, menos contaminante y generando ciudades más humanas.

Para saber qué se requiere mejorar o cambiar, es fundamental comprender cuáles características de

ese servicio son las más importantes del punto de vista de las personas usuarias y cuáles cuentan con las peores evaluaciones de calidad. Este capítulo busca dar algunas respuestas sobre qué medir, por qué medir y cómo medir (así como mostrar ejemplos concretos de aplicación de indicadores) la satisfacción de los pasajeros.

**Medir la experiencia de la persona usuaria permite identificar cómo esa percepción se encaja en el ciclo de calidad, cuantificando la diferencia entre lo que se espera del sistema (la calidad deseada) y lo que efectivamente se experimenta en la realidad al utilizarlo (la calidad percibida). Además de mostrar cuánto cada atributo ya identificado es valorado por las personas, permite también identificar e incorporar nuevos problemas que normalmente pueden quedar fuera del radar de los operadores en sus actividades diarias.** Es más, posibilita formular nuevos enfoques a problemas ya conocidos al introducir la visión de actores que generalmente no son considerados en la planificación y la gestión de los sistemas transporte: sus usuarios. Los indicadores de satisfacción permiten evidenciar las prioridades por las personas usuarias en cuanto la mejora del servicio, las cuales no siempre son iguales a las establecidas por los tomadores de decisión del sistema de transporte. Finalmente, también permite evaluar el progreso de programas específicos dirigidos a problemas que no son de carácter operativo, como por ejemplo las campañas contra el acoso en el transporte.

<sup>1</sup> Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos en 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, también conocidos como Agenda 2030. Ver <https://sdgs.un.org/es>.

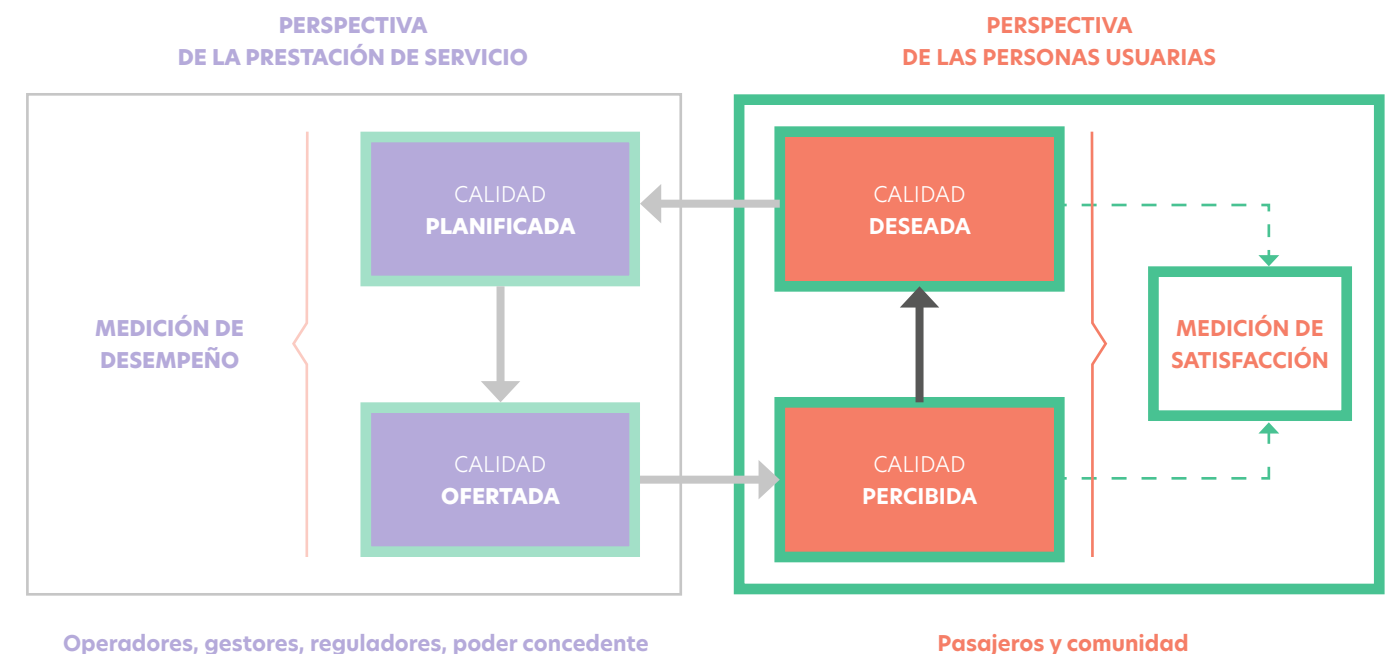
### 3.1 ¿Qué son los indicadores de satisfacción?

Partiendo del concepto propuesto por la Norma Europea EN 13816 (CEN 2002) presentado en el capítulo 2, los indicadores de satisfacción sirven para evaluar el servicio desde el punto de vista del cliente o usuario de los sistemas de transporte público. Así, son una parte indispensable para lograr completar el ciclo de calidad y de esa manera contribuir con la consolidación de un proceso virtuoso de mejora del servicio (ver capítulo 5).

Monitorear la perspectiva de las personas usuarias del transporte público ha cobrado cada vez más relevancia, adquiriendo mayor atención en los últimos años en el ámbito del transporte público, que a su vez ha pasado por crecientes innovaciones en los modelos de negocio, remuneración y gestión. Un ejemplo de ello es la incipiente bibliografía, aunque todavía bastante escasa, dedicada de forma específica a la materia. Otro ejemplo es la aparición de grupos de trabajo con atribuciones relacionadas con estos objetivos al interior de los sistemas de transporte público o de organizaciones del sector.

El ciclo de calidad presentado en el capítulo anterior plantea que el resultado de interés desde la perspectiva de los pasajeros no son los atributos directamente medibles de la oferta (como la frecuencia de paso, la duración del viaje o la distribución

Figura 3-1. La perspectiva de las personas usuarias en el ciclo de calidad de servicio.



Fuente: Adaptada de CEN (2002).

de los intervalos entre buses), sino la percepción de las personas al utilizarlo. Y la atraktividad del servicio está directamente relacionada a la satisfacción resultante de esa experiencia, que corresponde a la diferencia entre la calidad percibida y la calidad deseada o esperada.

Una aclaración relevante desde el punto de vista metodológico es que la “calidad deseada” no se traduce en indicadores específicos, conforme apunta la norma europea (CEN, 2002). Pero entonces, ¿cómo se evalúa la perspectiva de las personas usuarias?, ¿qué miden las diversas herramientas e indicadores de percepción del servicio? **De acuerdo con su naturaleza conceptual, los indicadores de satisfacción son el resultado de la aplicación de herramientas de medición de la perspectiva de las personas usuarias, que responden con base en sus propios entendimientos de calidad y de expectativas del servicio. De esta forma, los indicadores de satisfacción miden la brecha entre la calidad percibida y la calidad deseada por los clientes.** Esa característica difiere bastante de la perspectiva de los prestadores de servicio, en donde para algunos criterios es posible medir separadamente la calidad planificada y la calidad ofertada (y, complementariamente, medir el desempeño operacional como la brecha entre ambas). En el caso de la perspectiva de las personas usuarias lo que se puede medir es directamente la satisfacción como brecha entre lo percibido y lo esperado.

Otro aspecto importante metodológicamente es que cada individuo tiene su propia percepción y su expectativa respecto a cada atributo del servicio de transporte. Así, los factores de calidad son medidos como una distribución de la satisfacción, compuesta por una muestra de respuestas de una determinada cantidad de personas (que idealmente sean una buena representación estadística de toda la demanda), a partir de la cual se pueden calcular los valores promedio bien como analizar otros parámetros como la dispersión de las respuestas (como el desvío estándar o variancia) o comprender las diferencias entre distintos grupos con necesidades y percepciones específicas sobre los desplazamientos (por género, edad, nivel de ingreso, grupo étnico, entre otros). Así, en cada contexto se debe identificar desde el inicio cuáles características de la población son de interés para evaluar esas diferencias de resultados.

Las diferencias entre individuos no residen sólo en cómo cada persona percibe el servicio, sino también en la importancia relativa que cada quién asigna a cada atributo del sistema. Algunas características generalmente representan un peso mucho mayor que otras. Típicamente, el nivel de ocupación y el tiempo de espera son considerados por los pasajeros como características mucho más relevantes que el medio de pago, la disponibilidad de wifi o la exposición al ruido (IPSOS, 2020). Sin embargo, esa importancia relativa varía según cada sistema y su contexto local, y por eso también debe ser medida en las encuestas de satisfacción.

Así, los indicadores de satisfacción, con sus diferencias en métricas, pesos y metodologías contribuyen en la identificación de aspectos necesarios para mejorar la calidad en el servicio.

## 3.2 Herramientas para el monitoreo de la satisfacción de personas usuarias

Una vez establecidas algunas definiciones básicas respecto a qué medir de la percepción de las personas usuarias, corresponde preguntarse cómo hacerlo. Las encuestas de satisfacción o encuestas de calidad de servicio son los principales instrumentos para esa finalidad, y probablemente los más conocidos, pero no constituyen la única forma que existe para mensurar o considerar la percepción del público. Es posible utilizar otras fuentes de datos, que, aunque menos deseables o no tan consistentes, pueden ser de utilidad, principalmente cuando no se cuenta con los recursos necesarios para realizar las encuestas. Algunos ejemplos, a título ilustrativo, de esas herramientas o fuentes de información para esta finalidad son (lista enunciativa, no exhaustiva):

- Encuestas de satisfacción de la calidad del servicio;
- Instrumentos de atención al usuario, recepción de sugerencias, reclamos y quejas;
- Monitoreo de redes sociales y medios de comunicación;
- Acciones orientadas a monitoreo e inclusión de grupos prioritarios;
- Gestión orientada al cliente;

Dentro de la bibliografía disponible, así como en la información recopilada de los casos analizados, se observa una mayor atención a la metodología y reconocimiento hacia la aplicación de encuestas de satisfacción. De forma semejante, en este capítulo se aborda con mayor amplitud la descripción de ese instrumento debido a su mayor consistencia en términos de representatividad estadística y capacidad para captar información orientada al cumplimiento de los objetivos de medición de la satisfacción de las personas usuarias. Así mismo, es importante enfatizar que la aplicación de encuestas de satisfacción no corresponde de forma integral a un programa de monitoreo de calidad, o de la perspectiva de las personas usuarias, sino que debe ser utilizada como un instrumento de soporte para la evaluación y toma de decisión dentro de un proceso más amplio de gestión de calidad<sup>2</sup>. Sin embargo, los demás instrumentos orientados a incorporar la perspectiva de las personas usuarias en la gestión de la calidad no deben ser desconsiderados, pues también tienen su importancia, especialmente en determinados contextos o bajo ciertas necesidades específicas. Por este motivo, se presenta también una breve descripción de otras herramientas, buscando ampliar la gama de posibilidades conocidas por los lectores para realizar el monitoreo de la calidad percibida y la satisfacción de las personas usuarias.

<sup>2</sup> Por ejemplo, el programa QualiOnibus de WRI Brasil está compuesto por cinco herramientas que en conjunto constituyen un programa de calidad integral. Entre estas se encuentra la conformación de una estructura de indicadores más amplia, la encuesta de satisfacción y otras herramientas de evaluación e incidencia sobre el servicio.

### 3.3 Encuestas de satisfacción de la calidad de servicio

Las denominadas “Encuestas de Satisfacción” o “Encuestas de percepción de calidad” son cuestionarios que buscan abordar un conjunto amplio de factores de calidad, aplicados mediante un muestreo del universo de personas usuarias del servicio de transporte. **Estas encuestas son utilizadas como método tradicional de captar valoraciones subjetivas de la forma más sistemática y consistente posible, buscando: i) construir el perfil de las personas encuestadas; ii) capturar sus valoraciones cuantitativas y cualitativas sobre diversas dimensiones del nivel de servicio; e iii) identificar la importancia relativa de cada aspecto del servicio abordado en el cuestionario.**

Actualmente este tipo de encuestas constituyen una práctica cada vez más común en los sistemas de transporte que cuentan con estructuras institucionales más robustas. Así mismo, se observan diferencias metodológicas entre diversos sistemas que aplican dichas encuestas, principalmente en aspectos como: escalas de medición, indicadores o criterios considerados, formulación de las preguntas, extensión de las encuestas, entre otras. En muchos casos no existe continuidad entre encuestas subsecuentes o periodicidad claramente establecida en la aplicación de estas encuestas (típicamente anuales). Existen diversas causas para esa falta de sistematicidad, como la falta de disponibilidad de recursos previstos para ejecución presupuestal de las entidades públicas, la baja apropiación institucional de estos instrumentos y, más recientemente, las complicaciones generadas por la COVID-19.

Existe un repertorio acumulado de buenas prácticas que pueden ser de gran utilidad para el diseño, planificación, ejecución, procesamiento y análisis de dichas encuestas; principalmente conformado por literatura en inglés, concebidas para el contexto de ciudades de países desarrollados. Pero también es posible acceder a referencias adaptadas para América Latina. La guía “Manual de Pesquisa de Satisfação” (WRI Brasil, 2018) del Programa QualiÔnibus de WRI Brasil es uno de los principales documentos de referencia en el tema para el contexto latinoamericano, con instrucciones detalladas sobre metodología, muestreo, especificación del cuestionario y técnicas para la aplicación de las entrevistas.

A seguir, se presenta una descripción resumida de las principales etapas para realizar una encuesta de satisfacción, basado en la metodología del Programa QualiÔnibus (WRI Brasil, 2018).

#### 3.3.1 Contenidos y estructura de la encuesta

En enfoque metodológico de WRI Brasil para la encuesta satisfacción propone dividirla en un módulo básico y una serie de módulos complementarios opcionales, que deben ser seleccionados en función de las necesidades y objetivos pretendidos en cada contexto. Un aspecto importante de este planteamiento general es que permite un nivel mínimo de estandarización para poder comparar los principales datos entre ciudades diferentes (que es parte del objetivo del Programa QualiÔnibus); al mismo tiempo que ofrece suficiente flexibilidad para adaptarse a necesidades específicas de cada lugar y situación.

El cuestionario básico, es decir, el contenido mínimo, debe contener dos grandes grupos de informaciones. Por un lado, las preguntas que capturan la valoración de los entrevistados respecto al servicio de transporte en todas las principales dimensiones de interés. Por otro lado, un conjunto de preguntas para caracterizar el perfil de la persona y del patrón de uso del servicio. Todas las informaciones que son consideradas como complementarias, o menos prioritarias que las básicas, deben ser seleccionadas ponderadamente, de manera que no resulte en cuestionarios demasiado largos que distraigan la atención del entrevistado.

Estos contenidos pueden ser estructurados de diferentes formas, conforme se considere más conveniente para cada contexto, pero siempre debe buscarse organizar la secuencia de preguntas para capturar y mantener la atención, evitando dispersar el interés antes de obtener las informaciones claves. La Figura 3-2 presenta la estructura propuesta por la metodología del Programa QualiÔnibus, que inicia con el perfil del uso del servicio (frecuencia de uso, motivo de viaje, tiempos de viaje, preferencias por otros modos, etc.), para después continuar con las preguntas sobre la satisfacción respecto a los principales factores de calidad. Posterior a capturar las preferencias del entrevistado sobre el servicio, el cuestionario se procede a levantar las características de la persona, situación en la cual existe mayor probabilidad de perder el interés o la atención. Los módulos complementarios sólo se realizan después de que el módulo básico se complete, para asegurarse de que no se pierda información prioritaria en el caso de que se interrumpa la entrevista.

Figura 3-2. Estructura de la encuesta de satisfacción Qualiônibus.



Fuente: WRI Brasil. Manual da Pesquisa de Satisfação (2018).

Con relación a los factores de calidad, la lista de aspectos examinados puede variar según las necesidades y características de cada sistema; así como según el contexto de la ciudad. La estandarización de algunas preguntas en común en diversas ciudades y sistemas de un mismo país, e incluso en países diferentes, puede contribuir mucho en términos de comparabilidad y conformación de series históricas para evaluar la evolución del servicio. La Figura 3-3 muestra la lista de dimensiones propuesta en el QualiÔnibus, que pueden usarse tal como se plantea en casos en que se desee buscar comparabilidad con las ciudades que se adhieren a este programa. También pueden utilizarse como punto de partida para reformularse y adaptarse según las necesidades y condiciones locales. Si se pretende abordar más criterios, es posible incorporar otros aspectos, incluyendo, por ejemplo, la lista de la TABLA 2-3 presentada en el Capítulo 2. Ya si se desea llegar a una encuesta más compacta, pueden simplificarse apenas los más prioritarios.

Figura 3-3. Estructura de la encuesta de satisfacción Qualiônibus.

**EJEMPLO DE CRITERIOS ABORDADOS EN LAS ENCUESTAS DE SATISFACCIÓN DEL PROGRAMA QUALIÔNIBUS**

1. **Acceso al transporte:** facilidad en acceder a los puntos de acceso y desplazarse en las estaciones y terminales.
2. **Disponibilidad:** frecuencia entre los buses, extensión geográfica y espacial en donde las personas necesitan acceder;
3. **Rapidez en el viaje:** considerando tiempos de caminata, espera y embarque en el bus.
4. **Confiabilidad:** llegada en el horario previsto.
5. **Facilidad de hacer transferencias** entre líneas de bus y otros modos de transporte para llegar al destino.
6. **Confort en los puntos de parada:** iluminación, protección, limpieza, cantidad de personas.
7. **Confort en las estaciones:** iluminación, protección, limpieza, cantidad de personas.
8. **Confort en los terminales:** iluminación, protección, limpieza, cantidad de personas.
9. **Confort en los buses:** iluminación, protección, limpieza, cantidad de personas, asientos, y temperatura.
10. **Atención al cliente:** respeto, cordialidad y preparación de los conductores, fiscales, personal en general y en la central de atención.
11. **Información al cliente:** sobre líneas, horarios y otras informaciones relacionadas con el servicio.
12. **Seguridad personal** contra robos, asaltos y agresiones durante todo el viaje.
13. **Seguridad vial.**
14. **Exposición al ruido y a la contaminación** generada por los buses.
15. **Facilidad en realizar el pago y recargar** la tarjeta de transportes.
16. **Gastos con transporte público.**

Fuente: WRI Brasil. Manual da Pesquisa de Satisfação (2018).

### 3.3.2 Etapas del proceso

El éxito en la obtención de información útil y confiable para su posterior uso en el proceso general de gestión de calidad depende en gran parte de una serie de etapas que abarcan desde las definiciones y tareas preliminares, la planificación y la ejecución, hasta el análisis y difusión de resultados. Así, es importante establecer con anticipación el proceso completo para garantizar la fiabilidad de los resultados y el cumplimiento de los objetivos de la encuesta.

El proceso de aplicación propuesto por el Programa QualiÔnibus (WRI Brasil, 2018) se divide en varias etapas siendo la primera y la última para definiciones y difusión respectivamente, y 3 etapas intermedias (planificación, aplicación y análisis), que quedan a criterio de la ciudad, así como el detalle de aplicación del proceso. La Figura 3-4 describe resumidamente esas etapas, que el lector puede profundizar en el referido material que ofrece una guía más detallada para orientar su realización.

Figura 3-4. Etapas para la realización de encuestas de satisfacción propuesto por WRI Brasil para el Programa QualiÔnibus.



Fuente: Adaptado de WRI Brasil (2018).

CUADRO 3-1. PORTO ALEGRE, BRASIL

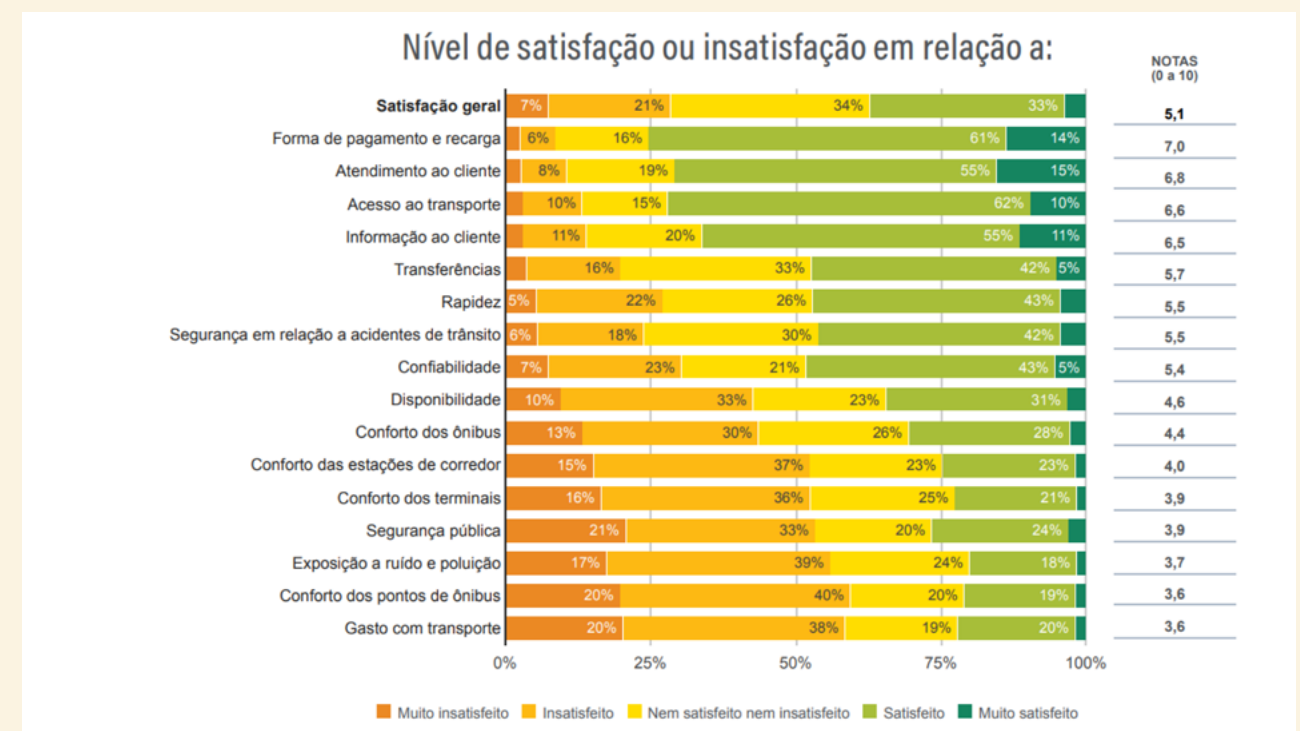
Porto Alegre es una de las ciudades que usan la metodología QualiÔnibus para la realización de su encuesta de satisfacción. La edición de 2019 de esa encuesta contó con 1765 entrevistados en 108 rutas del sistema de transporte público.

Respecto a la satisfacción con el servicio, el puntaje general, la calificación global obtenida fue de 5.1/10 ese año.

La encuesta permitió identificar que los aspectos peor evaluados del servicio eran: el gasto en transporte, la comodidad de las paradas de buses y la seguridad ciudadana.

Por otro lado, los aspectos mejor evaluados fueron: método de pago y recarga de la tarjeta, accesos y transbordos, y atención al cliente.

Figura 3-5. Resultado da pesquisa de satisfação Qualiônibus em Porto Alegre



Fuente: Pesquisa de Satisfação Qualiônibus - Porto Alegre (2019).

El uso de esta metodología estandarizada desde hace años permite a la ciudad de Porto Alegre evaluar la evolución de los resultados año con año. También, le permite formar parte de la red de "Benchmark de calidad" liderada por WRI Brasil, y comparar sus resultados con los de otras ciudades.

La aplicación de esa investigación con consistencia metodológica ayudó a que la ciudad trazara líneas de actuación muy concretas y abordar los problemas señalados por las personas usuarias, como es el caso de la implantación de carriles exclusivos de bus para mejorar la eficiencia operacional y rapidez del servicio de la implantación de carriles exclusivos de bus para mejorar la eficiencia operacional y rapidez del servicio.

Fuente: Prefeitura de Porto Alegre (2019).

**CUADRO 3-2. VALLE DE ABURRÁ (MEDELLÍN), COLOMBIA**

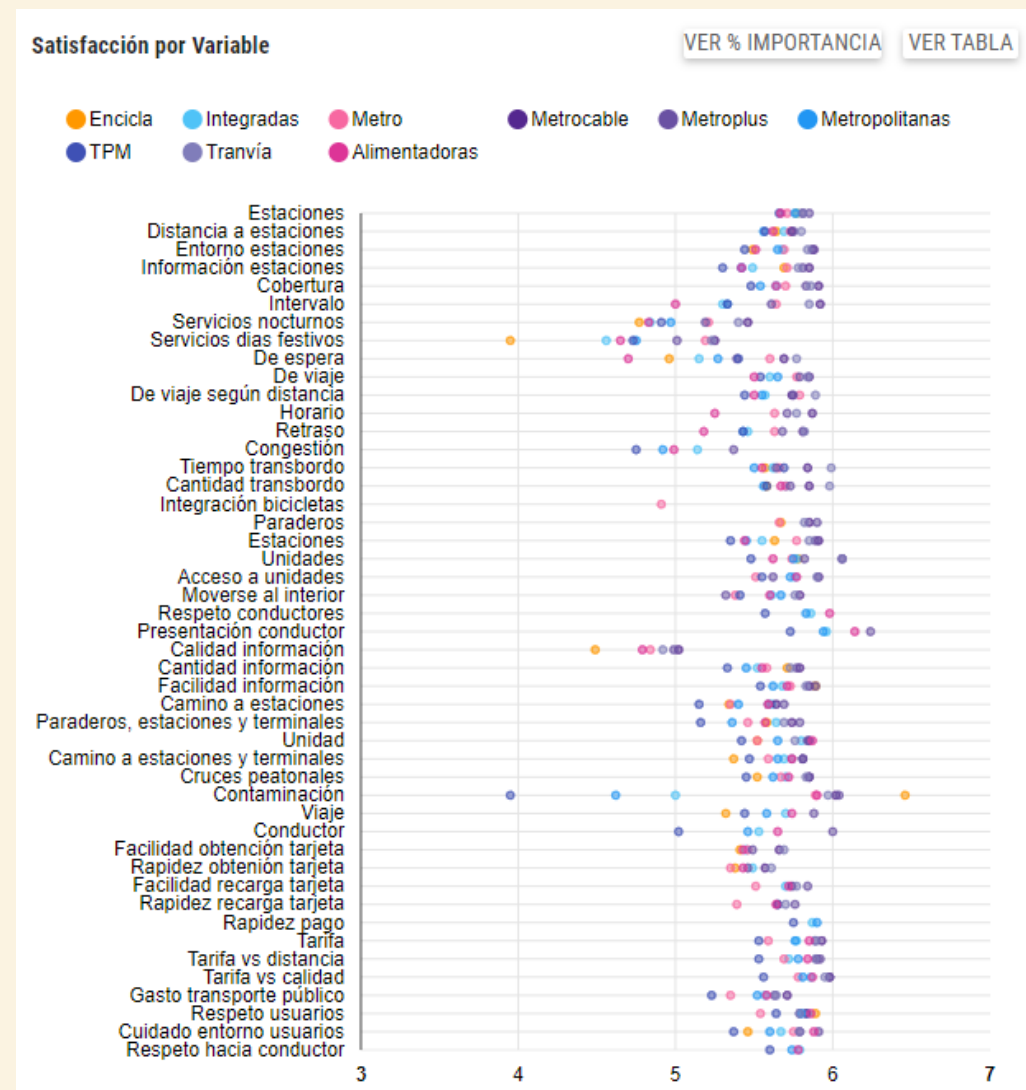
El caso Valle de Aburrá representa una comparación interesante al entrevistar personas usuarias de los diversos modos de transporte colectivo que operan en esa región. Eso permite evaluar no sólo la satisfacción de los pasajeros con un determinado servicio, pero también acompañar la evolución relativa entre los varios modos. La Figura 3-6 muestra un ejemplo de ese tipo de resultados comparativos,

con los indicadores generales para cada factor de calidad. Además de ese desglose por dimensiones, el sistema de consulta de resultados también muestra separadamente el desempeño por modo de transporte (Figura 3-7). La gran cantidad de modos de transporte en esa área metropolitana hacen con que ese sea un abordaje de particular interés para las autoridades de transporte.

El resultado se publica y difunde abiertamente mediante un visualizador de datos web. Ese tipo de herramientas web son usadas por las autoridades del Área Metropolitana del Valle de Aburrá también para la socialización de resultados de estudios y otras informaciones complejas como la encuesta Origen Destino de la ciudad.

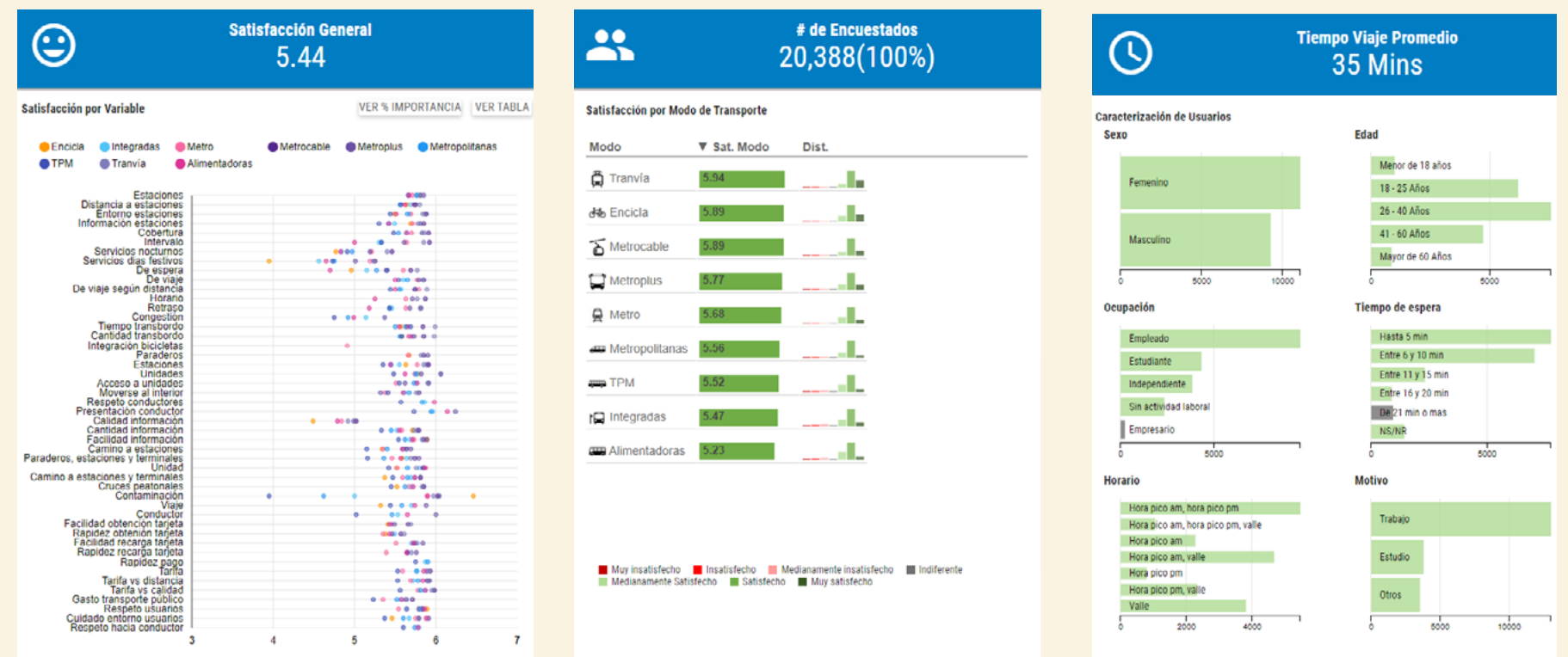
Es importante señalar que ese esquema de tablero de presentación de datos se utiliza generalmente para monitorear el funcionamiento del sistema, lo que indica el potencial de usar una herramienta en otro contexto en aras de la transparencia y claridad del proceso de comprensión de las personas usuarias.

**Figura 3-6. Encuesta de Satisfacción de Movilidad - satisfacción por variable (dispersión)**



Fuente: <https://www.metropol.gov.co/observatorio/Paginas/encuestasatisfacciontransporte.aspx>

**Figura 3-7. Encuesta de Satisfacción de Movilidad - satisfacción por variable, satisfacción por modo de transporte, caracterización de usuarios**



Fuente: <https://www.metropol.gov.co/observatorio/Paginas/encuestasatisfacciontransporte.aspx>

Fuente: Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f.).

**CUADRO 3-3. SANTIAGO, CHILE.**

La encuesta anual realizada en Santiago de Chile periódicamente en el mes de noviembre mide la satisfacción bajo diversos factores de calidad utilizando calificaciones del 1 al 7. La evaluación contempla características del viaje, aspectos generales del servicio y aspectos específicos como el tiempo de espera y de viaje.

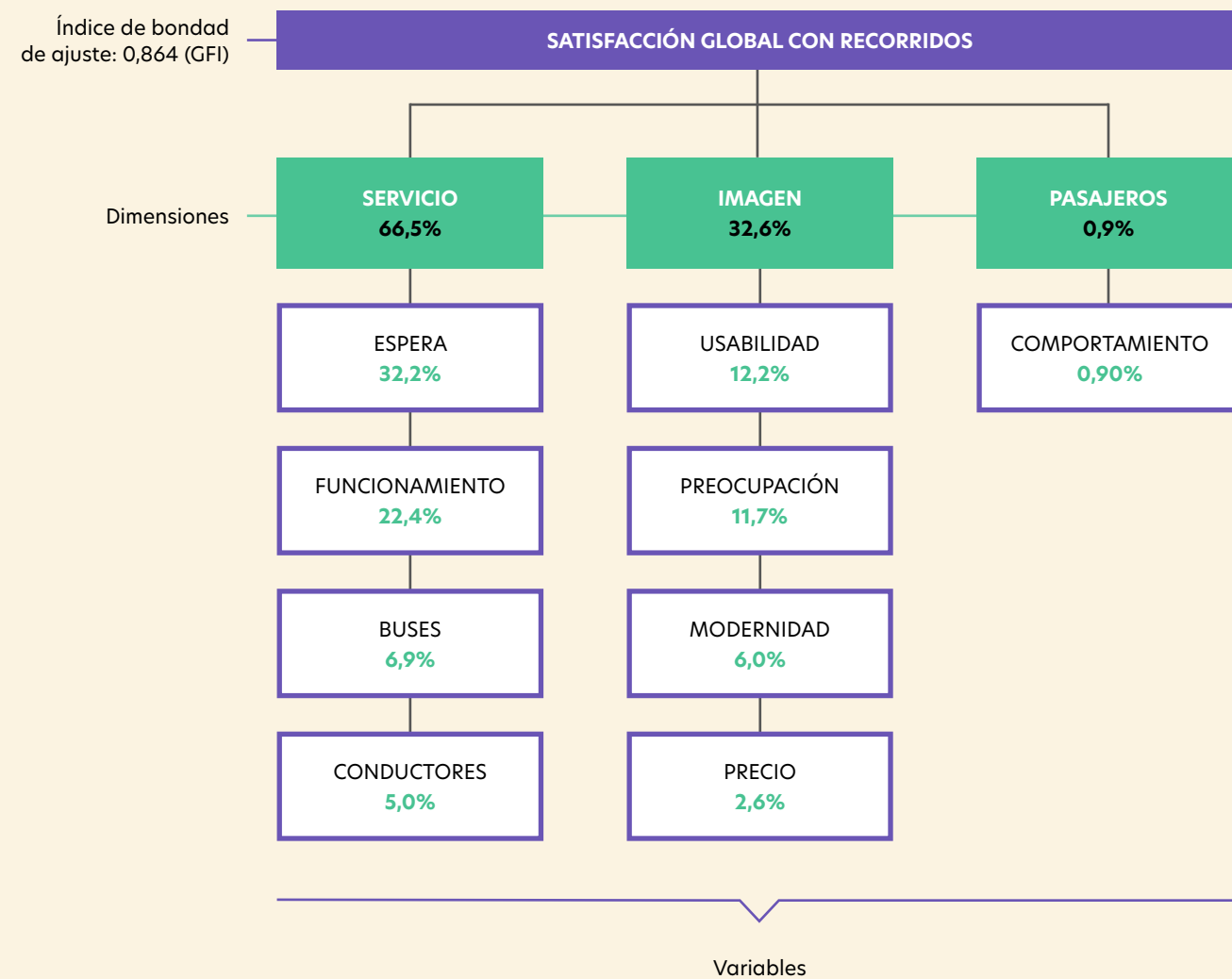
Una diferencia entre esta encuesta y la metodología del Programa QualiÔnibus es la inclusión de un modelo para asignar pesos a las diferentes dimensiones del transporte (Figura 3-8), lo cual ofrece una gran ventaja para fines de priorización entre los factores de calidad según su importancia relativa.

Una semejanza de esta encuesta con las demás es el uso de la escala Likert (acuerdo/desacuerdo) en cada una de las afirmaciones que componen cada dimensión presentada del servicio (Figura 3-9).

embargo, vale la pena señalar que Santiago utilizó un lenguaje particularmente accesible para el pasajero, optando por insertar frases similares a las que le dirían los pasajeros comunes para describir el sistema, lo que puede contener potencialidades aún por estudiar, aunque también pueden causar mayor dificultad en la tabulación y procesamiento de datos.

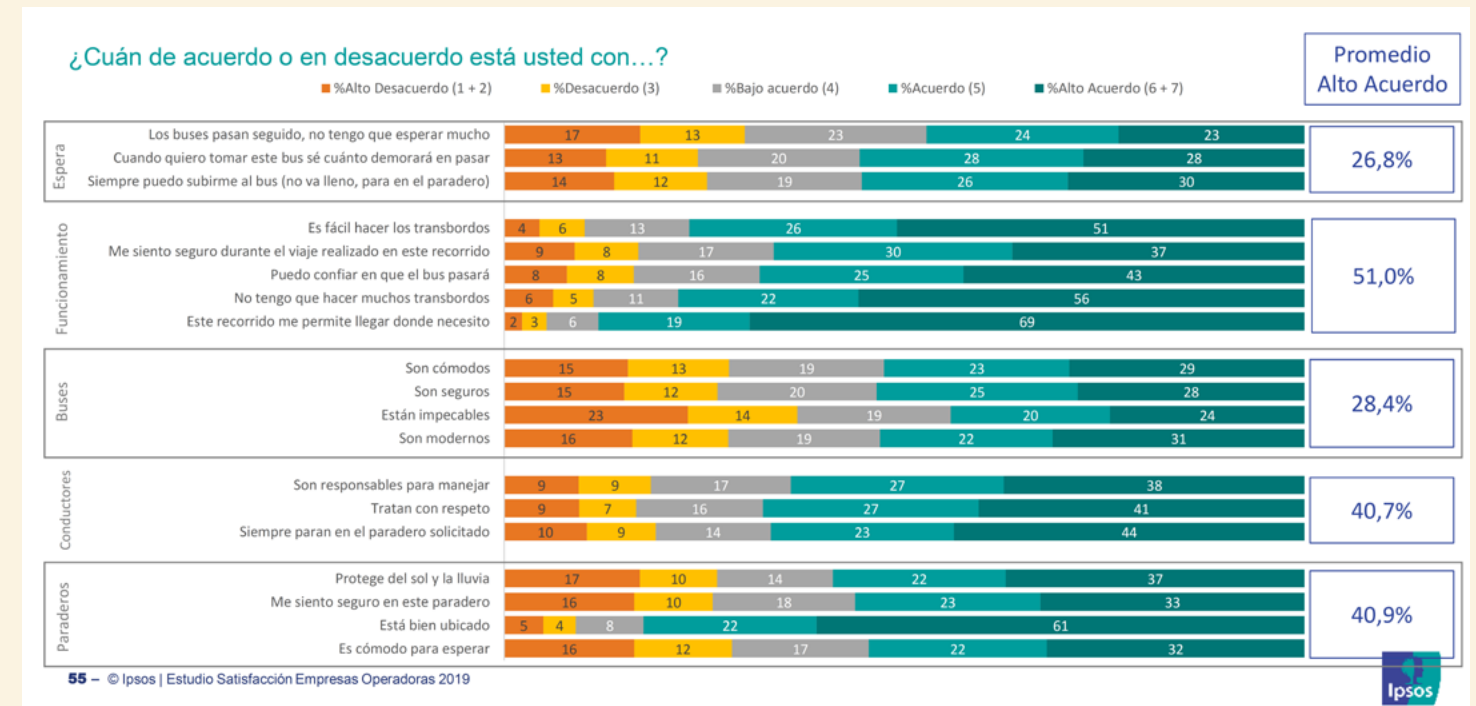
El cuestionario de Santiago tiene un modelo bastante similar al modelo QualiÔnibus aplicado en Porto Alegre. Sin

**Figura 3-8. Identificación de las macro-dimensiones con mayor impacto en la percepción de los usuarios.**



Fuente: IPSOS (2020).

**Figura 3-9. Opinión de las características del servicio entregado**



Fuente: Prefeitura de Porto Alegre (2019).

### 3.3.3 Resumen de referencias para encuestas de satisfacción con la calidad de servicio por parte de personas usuarias

---

- TCRP Report 47 - A Handbook for Measuring Customer Satisfaction and Service Quality:  
<https://www.trb.org/Publications/Blurbs/153801.aspx>
- Programa QualiÔnibus:  
<https://wribrasil.org.br/pt/publication/programa-qualionibus>
- Valle de Aburrá:  
<https://www.metropol.gov.co/observatorio/Paginas/encuestasatisfaccion-transporte.aspx>
- Santiago de Chile:  
<https://www.dtpm.cl/index.php/documentos/estudios>

## 3.4 Otros instrumentos de gestión de calidad enfocados en la perspectiva de las personas usuarias

---

### 3.4.1. Instrumentos de atención al usuario, recepción de preguntas, quejas y reclamos

---

Las oficinas y ventanillas de atención a personas usuarias y los canales para presentar reclamos y quejas son instrumentos habituales en los sistemas de transporte, en muchos casos operando desde hace décadas. Además de las tradicionales líneas telefónicas, el amplio uso de internet diseminó la creación de otros canales como correos electrónicos, formularios en páginas web y, más recientemente, el uso de redes sociales como vías de contacto directo con la población. A pesar de no ser la finalidad original de esas herramientas, es posible utilizarlas como mecanismo de registro sistemático de información que puede ser destinada al monitoreo de la satisfacción de las personas usuarias.

La información ofrecida por las personas usuarias mediante este tipo de canales suele ser abundante. Sin embargo, eso comúnmente requiere un esfuerzo considerable para lograr su sistematización. Eso ocurre porque los sistemas para registrar esas quejas muchas veces no se diseñan con la finalidad de monitoreo de la calidad y por lo tanto los datos necesitan ser tratados y procesados para adaptarlos para esa finalidad. La creación de formularios con estructuras que faciliten la estandarización de determinados tipos de información puede potencializar el aprovechamiento de los sistemas de atención al usuario para el monitoreo de la calidad de servicio, tanto por la mayor eficiencia en el registro como por incrementar la confiabilidad y comparabilidad de los datos.

En ese sentido, una buena práctica observada es la preparación de formularios de captura de quejas que pueden contener diferentes niveles de profundidad de información especificados previamente. La información sistematizada puede abarcar desde el perfil de la persona que realizó la quejas/

reclamos (con atributos del nivel socioeconómicos, edad, genero, grupo étnico u otras informaciones relevantes, siempre y cuando se asegure la anonimidad y la protección de datos personales), hasta la categorización de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias (PQRS) y otras variables específicas asociadas con la dimensión o categoría del servicio seleccionada. Esto, evidentemente, depende en gran medida de que el registro ocurra de manera digital. El uso de formatos impresos impone serias dificultades, como la complicación de implementar protocolos para control y estandarización durante el registro, la ineficiencia y trabajo de tener que transferirlos a bases de datos, y el aumento de la probabilidad de errores en ese proceso.

Naturalmente, esta fuente de información sufre de algunas desventajas respecto a las encuestas de satisfacción, como tener mayores sesgos estadísticos o capturar únicamente lo que las personas activamente declaran (sin preguntar por otros aspectos del servicio). Pero como ventaja se puede citar que son datos que, una vez implementados los canales de atención a la población, pueden ofrecer insumos para auxiliar el monitoreo de la calidad con costos marginales bajísimos, o prácticamente nulos. Con una única inversión inicial de pequeña magnitud para la sistematización de los datos, se genera una fuente permanente de información de utilidad para, más allá de sus desventajas, evaluar de manera sistemática y continua algunos puntos clave de la satisfacción de las personas usuarias. Existen ejemplos interesantes en América Latina de aplicación de quejas y reclamos para esa finalidad, como se presenta en el Cuadro 3-4, que sacan provecho del gran volumen de datos capturados de manera uniformizada.



**CUADRO 3-4: MIBUS Y METRO, PANAMÁ. SISTEMATIZACIÓN DE PQRSS.**

En ambos sistemas – MiBus y Metro, de la Ciudad de Panamá – las quejas y reclamos de servicio son recolectadas, por obligación contractual, por redes sociales, webchat, teléfono, puntos de atención en zonas pago y en el quiosco de atención al cliente. La ciudad cuenta con un canal de atención unificado – el Centro de Atención Ciudadana 311 (AIG, s.f.) – que ya posee una serie de categorías básicas predefinidas para las quejas, por área, tipo y tema de reporte.

En el caso de MiBus, un panel de información (dashboard) interno en PowerBI compila todas las quejas clasificadas, a partir del cual se generan reportes diarios y mensuales donde se consolida toda la información para su distribución entre todas las direcciones del sistema. Para efectos de procesos de transparencia, el 311 monitorea y divulga el índice de reclamos resueltos. Ya internamente, esos reportes sirven como soporte para la modificación de rutas y adecuaciones en el sistema.

**Figura 3-10 Casos recibidos – sistema 311 (Panamá).**



Fuente: MiBus (2021).

**Figura 3-11. Dashboard del reporte mensual de servicios solicitados relacionados a MiBus por el Sistema 311 de Panamá**



Fuente: MiBus (2021) .

Fuente: MiBus (2021) y entrevistas con representantes de Metrobús.

### 3.4.2 Monitoreo de redes sociales y medios de comunicación

Actualmente, existen sistemas de transporte público que han formalizado equipos y metodologías de seguimiento a la actividad en redes sociales vinculada a su operación o servicio. Este tipo de monitoreo puede realizarse con personal propio del sistema y bajo criterios de captura de datos específicos o almacenamiento de información digital. También, existen empresas especializadas que proveen servicios de análisis de impactos en redes sociales.

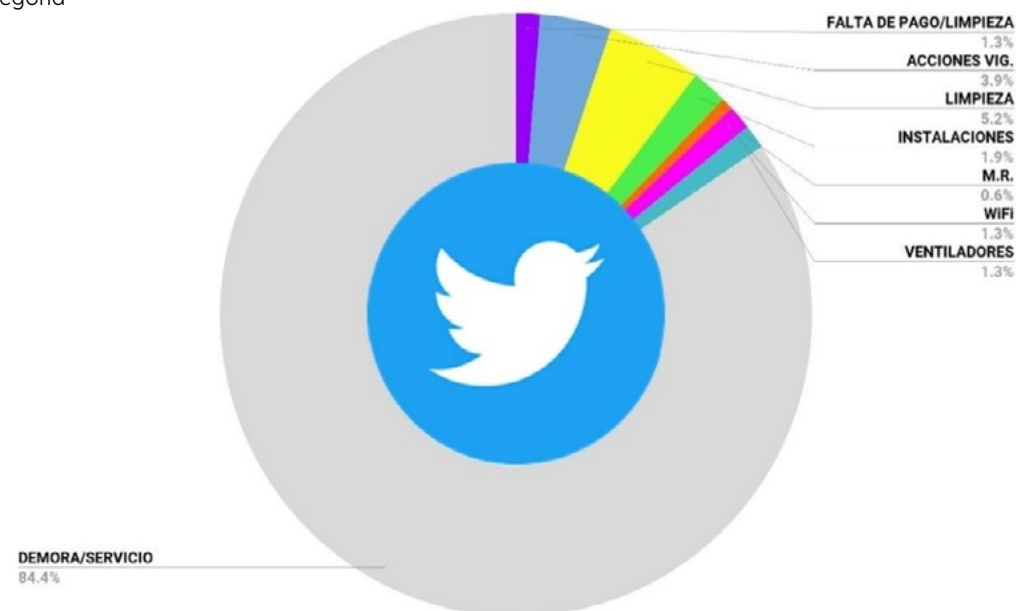
Las técnicas de análisis de datos en gran volumen, y más específicamente aquellas generadas en redes sociales, han evolucionado significativamente y ganado cada vez mayor número y diversidad de aplicaciones en diversos sectores y con múltiples finalidades. Su utilización como fuente complementaria para el monitoreo de la percepción de la calidad de servicio de transporte público no puede ser desconsiderada. De la misma forma que con los canales de atención a usuarios, esta herramienta tiene costos marginales bajos o prácticamente insignificantes, lo que, aunque no sustituyen las encuestas, pueden ofrecer una forma de acompañamiento continuo, simplificado y complementario.

Es necesario reconocer que las diferentes redes sociales concentran en mayor grado determinados perfiles de personas usuarias, lo que naturalmente genera un sesgo respecto a algunos grupos sociales en comparación con otros con menor acceso o uso de redes sociales. Así mismo, es posible realizar monitoreo de la percepción de diversos segmentos la población usuaria del servicio de transporte tomando los debidos cuidados en el procesamiento, análisis e interpretación de esos resultados.

Adicionalmente, es importante conocer el comportamiento de redes sociales en relación con los sistemas de transporte, debido a que este tipo de actividad puede generar presión política y social sobre los tomadores de decisión de los sistemas, motivando acciones correctivas sobre aspectos específicos señalados por estos canales de comunicación. La Figura 3-12 muestra un ejemplo del Metro de la Ciudad de México, que realiza un monitoreo de quejas y comentarios sobre el servicio registrados en Twitter, organizándolo por categorías y por período.

Figura 3-12. Ejemplo de monitoreo de quejas y comentarios a partir de datos de redes sociales del sistema de Metro de CDMX.

Quejas y comentarios por categoría  
12 al 18 de mayo



### 3.4.3 Acciones orientadas a monitoreo e inclusión de grupos prioritarios

En algunos casos, los sistemas de transporte han establecido mecanismos para evaluar la percepción y satisfacción de grupos específicos de interés. Este tipo de acciones están orientadas a la comprensión de necesidades de grupos vulnerables o de atención prioritario, enfatizando sobre aspectos como seguridad, asequibilidad, accesibilidad, y conveniencia.

Las encuestas de satisfacción pueden ser un mecanismo útil en estos casos. Sin embargo, existen otros instrumentos aplicables, utilizados por parte de algunos sistemas de transporte público. Un ejemplo son los grupos focales (focus groups), que permiten explorar mejor la complejidad de determinados problemas para los cuales las encuestas de satisfacción sólo consiguen cierta profundidad limitada debido a los cuestionarios predeterminados.

Otro ejemplo son las inspecciones técnicas especializadas para temas específicos; tal como las auditorías de seguridad vial, que introducen una mirada detallada y minuciosa por parte de especialistas para identificar puntos críticos que demanden atención prioritaria, con soluciones que dependen de conocimiento especializado. Esas medidas consiguen identificar puntos de atención que requieren ese tipo de inspección especializada para atender necesidades específicas de grupos más vulnerables o personas con demandas especiales.

A partir de la investigación realizada, algunos de los grupos de atención prioritaria más observados en los sistemas de transporte son:

- Mujeres y niñas.
- Personas de la tercera edad.
- Personas con movilidad reducida.
- Estudiantes.
- Población de bajos recursos (atendidos en estrategias orientadas a las personas).
- Comunidades y barrios de bajos recursos (estrategias orientadas a atender territorios específicos).
- Vecinos (en el caso de sistemas de mayor concentración de oferta o con estaciones, terminales o patios de mantenimiento).

#### CUADRO 3-5. METROBÚS, CDMX. ENCUESTA DE GÉNERO.

En 2019, el sistema Metrobús realizó una encuesta destinada a evaluar la satisfacción de las personas usuarias con el servicio, incluyendo un componente específico orientado a desigualdades de género.

Además de las preguntas habituales para componer el perfil de la persona encuestada y preguntar su calificación en varios aspectos del servicio, el cuestionario busca conocer situaciones recientes de acoso, como por ejemplo si ocurrió en estaciones o en autobuses, cual fue la reacción, hora y posibles razones para no haber existido respuestas o providencias adecuadas, cuando aplicaba. También hay una sección dedicada a las situaciones de discriminación en general, con el objetivo de conocer la naturaleza de la discriminación y quién la perpetró.

Al preguntar específicamente sobre las situaciones vividas por las personas que utilizan el sistema, incluyendo si quienes cometieron tal acto son empleados del sistema o personas usuarias en general, la investigación de Metrobús logró brindar subsidios para campañas específicas, capacitación interna, entre otras medidas que podrían ser encabezadas por los operadores del sistema para combatir estas expresiones de este problema estructural.

Fuente: Metrobús (2019) y entrevistas con representantes de Metrobús.

#### CUADRO 3-6. STM, MONTEVIDEO. COORDINADORA DE USUARIOS Y USUARIAS DEL TRANSPORTE COLECTIVO.

La ciudad de Montevideo cuenta con una instancia de representación directa de las personas usuarias a través de una organización llamada "Coordinadora de usuarios del Transporte Colectivo", que a su vez forma parte del Consejo Consultivo del Transporte Colectivo de la Intendencia.

La Coordinadora de Usuarios funciona como una unidad externa/autónoma con representantes de la sociedad civil, como espacio de comunicación, vinculación y participación directa con autoridades y operadores. Discuten periódicamente diversos temas relacionados a la prestación de servicio del sistema transporte público, abriendo espacio para incorporar de manera frecuente la perspectiva de las personas usuarias, con diversidad de visiones. Una ventaja de este tipo de instancias es que constituye un canal "de dos manos", es decir, establece una forma de interlocución más dinámica que las encuestas, que se limitan a un canal "de mano única", que no permite ese intercambio.

La organización cuenta también con un sitio web con información sobre la organización, el sistema de transporte y avances en temas, bien como presencia activa en redes sociales.

Fuentes: ComoMeNuevo.uy (s.f.) y entrevistas con representantes de la Intendencia de Montevideo y de la sociedad civil.

#### CUADRO 3-7. METROBÚS, CDMX. UNIDAD DE GESTIÓN SOCIAL.

Como parte de los esfuerzos y experiencia del sistema en participación y comunicación social, el ente gestor del sistema Metrobús de la Ciudad de México creó un área dedicada específicamente a la gestión social.

Esa área busca principalmente informar y mantener canales de comunicación con vecinos y personas frecuentadoras de las áreas de influencia de los corredores de la red de Metrobús. Abarca un amplio rango de temas, incluyendo atención, concertación, orientación y apoyo principalmente con y para la puesta en marcha, operación y ampliación de los corredores del Sistema.

Fuentes: Entrevistas con representantes de Metrobús.

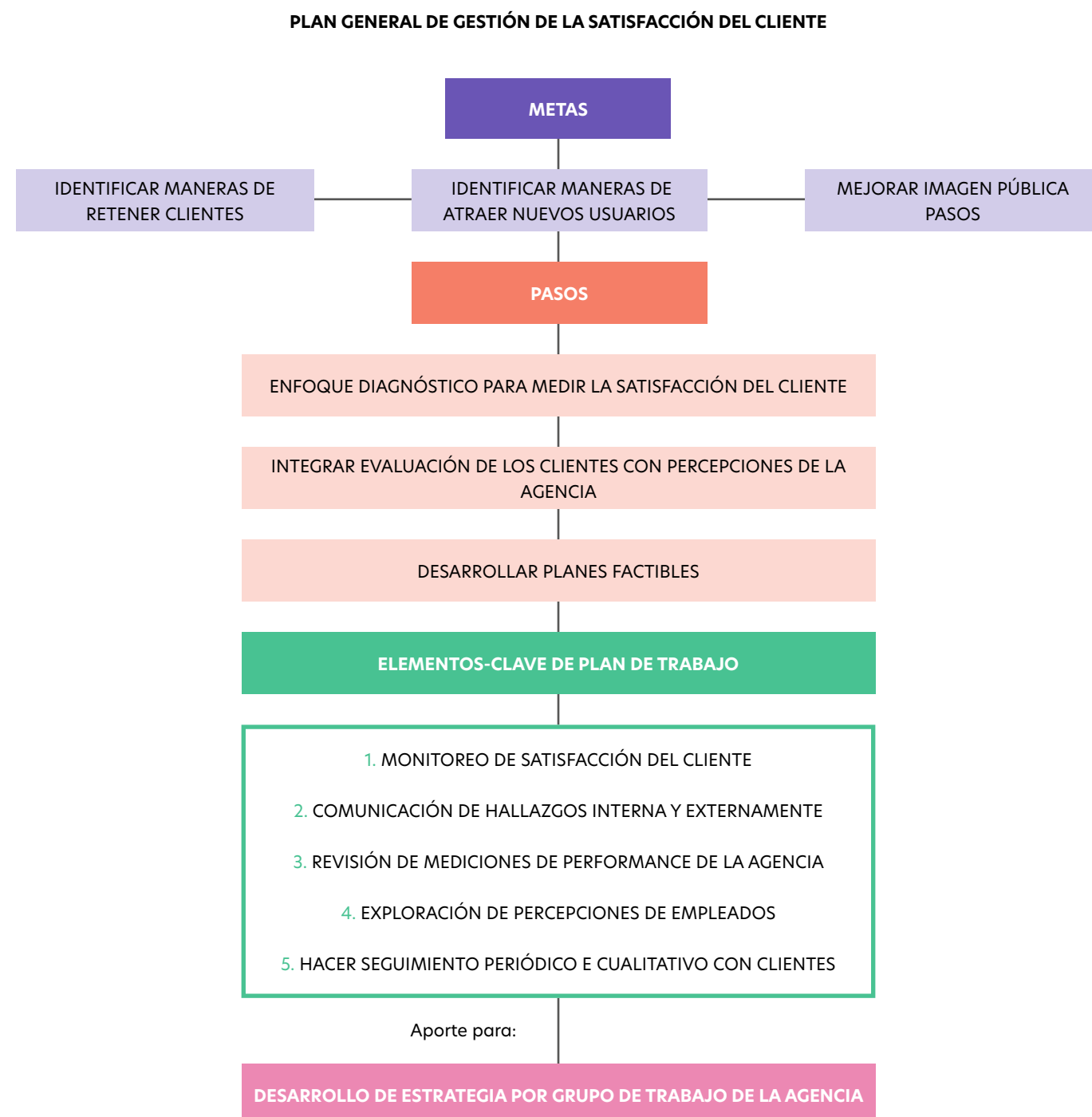
### 3.4.4 Gestión orientada al cliente

La orientación al cliente es una estrategia aplicada en empresas o negocios que buscan colocar como el centro de sus acciones al público al que se quiere atender o servir, orientando todas las decisiones a la atención de sus necesidades y preferencias. Esta estrategia de negocios no se restringe al monitoreo de la satisfacción de las personas usuarias, pero puede ser aplicada en ese ámbito como abordaje para cambiar el paradigma de la gestión de los sistemas de transporte público. Uno de los requisitos fundamentales para la aplicación de esta visión es el liderazgo comprometido con los clientes o usuarios, condición esencial para hacer realidad las transformaciones en las estructural y practicas organizacionales necesarias. El TCRP Report 47 - A Handbook for Measuring Customer Satisfaction and Service Quality (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine,1999), una guía para medir satisfacción del cliente y calidad de servicio para los sistemas de transporte publicada en EUA por el TRB, propone un marco general de trabajo para esa finalidad. Como parte de ese abordaje, establece una serie de procesos y etapas que conforman lo que denominan de Plan de Gestión de la Satisfacción General del Cliente (Overall Customer Satisfaction Management Plan). La medición de la satisfacción de las personas usuarias es un componente central de esa estrategia, pero que debe ir acompañada de otras actividades complementarias, tal como ilustrado en la Figura 3-13.

Algunas de las buenas prácticas identificadas como factores positivos en sistemas que buscan orientar la gestión de la calidad al cliente son:

- Mayor interacción con personas usuarias.
- Mejoramiento de los canales de captación de PQRS.
- Conocimiento de los principales motivos de queja y reclamación en todos los niveles del personal (alto, medio y bajo).
- Presencia en campo y conocimiento cercano de la realidad del servicio.
- Enriquecimiento de los procesos internos de monitoreo y reporte del servicio con indicadores adicionales a los tradicionales indicadores de operación.

Figura 3-13. Plan de Gestión de la Satisfacción General del Cliente.



Fuente: Adaptado de TRB (1999).

### 3.5 Incorporación de índices de satisfacción en los criterios de remuneración de los prestadores de servicio

Algunos de los ejemplos más ambiciosos de utilización los monitoreos de la percepción de las personas usuarias para la mejora del servicio (cerrando así el ciclo de calidad) son aquellos en donde se ha buscado impactar la remuneración de los prestadores de servicio mediante el seguimiento de los indicadores de satisfacción. El capítulo 5 retoma este tema en el contexto de estrategias para mejorar la calidad de servicio junto con la utilización de otros tipos de indicadores en contratos de concesión, pero se presentan resumidamente aquí los elementos más destacados de medidas de satisfacción adoptadas con esa finalidad.

Esta lógica busca incentivar al prestador a mejorar el servicio bajo ciertos índices definidos, los cuales reflejan la satisfacción de las personas usuarias. Algunos ejemplos de este tipo de prácticas son los siguientes:

- **Transmilenio, Bogotá (Colombia).** La bonificación a los operadores del sistema troncal es calculada en función del índice de desempeño en términos de regularidad, puntualidad y considera una métrica de satisfacción obtenida de la Encuesta de Índice de Calidad (EIC).
- **TfL, Londres (Reino Unido).** El sistema permite una bonificación hasta el 15% del valor base por costo definido en contrato y actualizado por la inflación y sanciones hasta 10% del valor base, con base en los índices de satisfacción y quejas.
- **SPTrans, São Paulo (Brasil).** El concepto de satisfacción del usuario, que considera el índice de reclamaciones en el servicio, forma parte del índice de calidad de transporte IQT, que a su vez es parte de las fórmulas de remuneración de las empresas.
- **Barcelona, España.** La percepción de las personas usuarias sobre el sistema se tiene en cuenta numéricamente en la composición de un indicador general de satisfacción, que influye en los incentivos y penalizaciones para las empresas operadoras. Además, también hay otro indicador de retraso en la respuesta a las quejas de las personas usuarias.



# 4

## INDICADORES DE CALIDAD PLANIFICADA, OFERTADA Y DESEMPEÑO OPERACIONAL

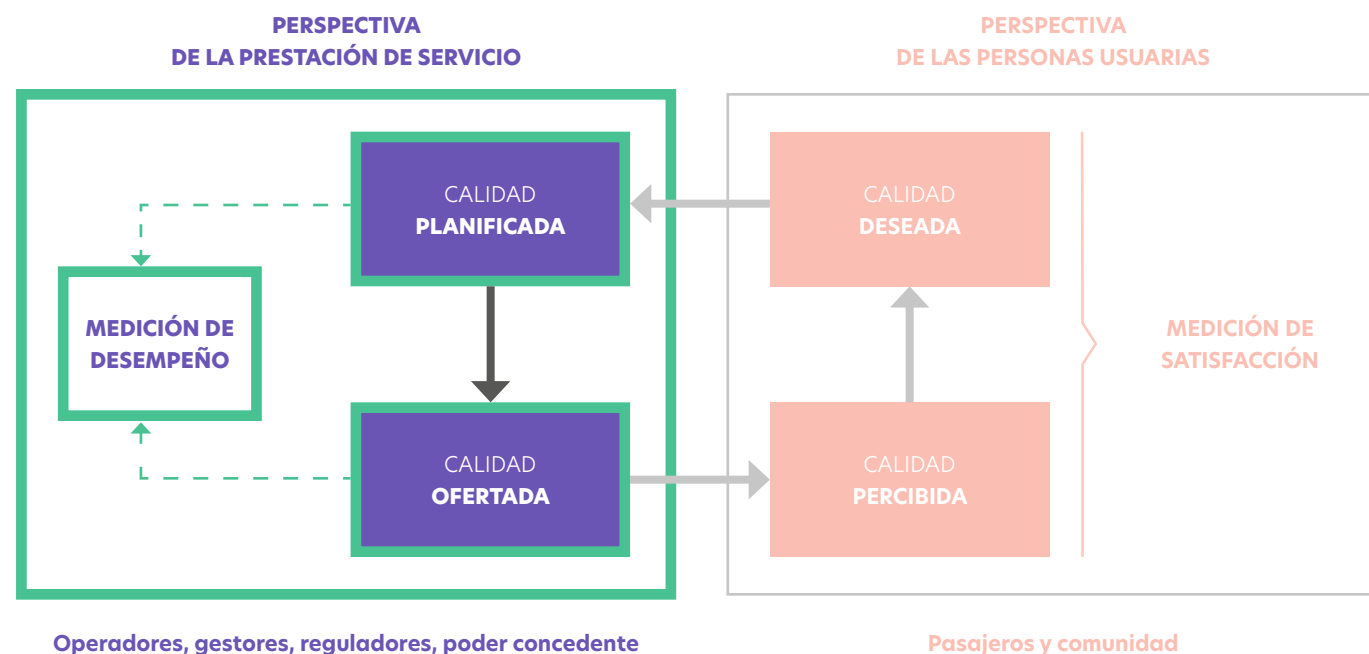
---

- 4.1 Confiabilidad del servicio
- 4.2 Velocidad y tiempos de viaje
- 4.3 Ocupación vehicular

## 4. INDICADORES DE CALIDAD PLANIFICADA, OFERTADA Y DESEMPEÑO OPERACIONAL

El monitoreo de la calidad desde la perspectiva de los prestadores de servicio permite dar seguimiento no solamente a aspectos clave de la eficiencia - de mayor interés para los gestores, reguladores y operadores - pero también para verificar la calidad ofertada y medir la brecha de esta con la calidad planificada. Muchos atributos del desempeño operacional tienen impacto directo en la disponibilidad, confiabilidad, y diversas dimensiones de la experiencia de viaje de las personas usuarias. Para lograr una gestión, evaluación y planificación verdaderamente efectivas del servicio de transporte público es fundamental contar con los insumos necesarios bien como con las herramientas, recursos y capacidades para traducir esos datos en información e indicadores de utilidad para cada nivel de decisión.

Figura 4-1. Ciclo de calidad de servicio y los elementos desde la perspectiva de la Gestión de servicio, representados por los indicadores de calidad



Fuente: Elaboración propia.




Una de las barreras de aplicación de los indicadores de calidad ofertada en sistemas de transporte público es el costo de adquisición o recopilación de los datos. Es decir, la inversión en recursos humanos y suministros para inspecciones del sistema, instalación de equipos para medición automatizada de informaciones o aforos y levantamientos manuales. Esa barrera puede ser especialmente importante para indicadores que representan atributos como por ejemplo la confiabilidad, el nivel de ocupación y los tiempos de viaje, entre otros, dependiendo de extensos levantamientos de datos en campo para debidamente obtener una muestra adecuada.

Sin embargo, **la operación de los sistemas de transporte público hoy en día genera automáticamente una gran cantidad de datos, tanto en su planificación (programas de servicio, frecuencias establecidas, itinerarios) como principalmente a partir de registros de su ejecución (horarios de partida y llegada de cada vehículo, registros de ubicación de los vehículos por GPS, datos de billeteaje en línea o estación)**. Claro que no todos los

sistemas de transporte público cuentan con todos esos insumos. Ya sea porque, por ejemplo, todavía no pasaron por una modernización que incluya GPS embarcado o medios electrónicos de pago, o sea porque esos sensores se utilizan únicamente para su finalidad principal sin sistemas de información que permitan el registro y la utilización de los datos generados para otras aplicaciones. Pero eso no es motivo para no abordar los temas tratados aquí, sino al contrario: conocer el potencial de aplicación de esos datos, sus especificaciones y requisitos técnicos pueden facilitar enormemente su adopción futura, eliminando barreras para la utilización de todo el material generado automáticamente para diversas finalidades.

La Figura 4-2 enumera las principales informaciones generadas en la programación y en la operación (con ejemplos de fuentes de donde pueden obtenerse, discutidas en mayor profundidad en la sección 2.6) que pueden ser utilizadas en combinación para calcular una gran cantidad de indicadores.

Figura 4-2. Principales insumos para calcular indicadores y fuentes de datos operacionales.

TIPO DE INSUMO	INSUMOS PARA CALCULAR INDICADORES	FUENTE DE INFORMACIÓN
 OFERTA PLANIFICADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Horarios de partida (o frecuencias) programados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GTFS o tablas de programación de partidas (ordenes de servicio).</li> </ul>
 OFERTA EJECUTADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Horarios de inicio y fin de cada viaje realizado (vehículos).</li> <li>Distancia recorrida por cada vehículo a cada viaje (con datos de línea o ruta).</li> <li>Registros de paso de los vehículos a lo largo del itinerario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Registros de ejecución de viajes. Automáticos (AVL) o no (inspección en campo).</li> <li>Odómetros o registros de localización vehicular (AVL/GPS).</li> <li>Registros automáticos de localización vehicular (AVL/GPS) o registros de paso no automáticos (inspección en campo).</li> </ul>
 DEMANDA OBSERVADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Volumen de pasajeros por tramo por rango horario.</li> <li>Matriz de viajes de pasajeros del sistema (origen y destino, por usuario, por rango horario).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calculados a partir de datos de sistema de pago electrónico (resguardada la anonimidad de las personas usuarias).</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4-3. Criterios de calidad de servicio cuyo cálculo se beneficia de datos recopilados por sensores automáticos, especialmente de AVL y pago electrónico.

GRUPO	CRITERIOS	FUENTES DE DATOS AUTOMATIZADOS POTENCIAL	TIPO DE INSUMOS QUE OFRECEN PARA CALCULAR INDICADORES
RECURSOS	Infraestructura asociada a la operación del sistema de transporte	-	-
	Flota	AVL	Control, amplio y en tiempo real, de la flota que efectivamente opera.
	Sistemas tecnológicos	AVL + SEP	Análisis de la calidad y cobertura de los datos emitidos por los sensores automáticos del sistemas.
	Patios y garajes	-	-
	Recursos humanos y condiciones de trabajo	-	-
EFICIENCIA OPERACIONAL	Velocidad vehicular	AVL	Medición amplia de los tiempos de viaje y velocidades.
	Productividad	AVL + SEP	Registro detallado de la oferta ejecutada, de la demanda, y de los ingresos.
	Seguimiento de demanda y oferta del sistema	AVL + SEP	Registro detallado de la oferta ejecutada y estimativa de flujos de viaje.
	Costo operacional	AVL	Registro detallado de la oferta ejecutada.
DISPONIBILIDAD Y ACCESO AL SERVICIO	Cobertura y población atendida	AVL (y/o GTFS)	Determinación realista de los viajes ejecutados y de la red ofertada.
	Infraestructura de acceso al sistema	AVL	Determinación realista de los viajes ejecutados y de la red ofertada.
	Frecuencias y horario de operación	AVL (y/o GTFS)	Determinación realista de los viajes ejecutados y de la red ofertada.
	Información y atención a usuarios	AVL (y/o GTFS)	Cantidad de buses operando, estimativas de tiempo de llegada en puntos de parada/estaciones.
	Accesibilidad universal (acceso al servicio por personas con movilidad reducida)	AVL	Cantidad de buses accesibles operando, estimativas de tiempo de llegada de los buses accesibles en puntos de parada/estaciones.
	Intermodalidad	-	-
	Costo de transporte y sistema de pago	AVL + SEP	Registro detallado de la oferta ejecutada y del recaudo.

GRUPO	CRITERIOS	FUENTES DE DATOS AUTOMATIZADOS POTENCIAL	TIPO DE INSUMOS QUE OFRECEN PARA CALCULAR INDICADORES
CONVENIENCIA, CONFIABILIDAD Y CONFORT (EXPERIENCIA DE VIAJE)	Nivel de ocupación	AVL + SEP	Estimativa de flujos de pasajeros, y su distribución en la oferta efectivamente ejecutada.
	Tiempo de viaje de los usuarios	AVL + SEP	Estimativa de flujos de pasajeros y de los tiempos de conexión entre diferentes orígenes y destinos.
	Confiabilidad y previsibilidad	AVL	Comparación entre la oferta planificada y los viajes efectivamente ejecutados.
	Conectividad e integración de la red	AVL + SEP	Determinación realista de los viajes ejecutados y de la red ofertada.
	Comodidad en los viajes	AVL	Flota operante de buses con atributos de comodidad, como Wifi y/o aire acondicionado.
SEGURIDAD EN EL ACCESO Y USO DEL SERVICIO	Seguridad personal	-	-
	Seguridad para mujeres	-	-
	Seguridad vial	-	-
IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES A LA COMUNIDAD COMO UN TODO	Eficiencia energética y emisiones	AVL	Cantidad de kilómetros recorridos por tipo y edad de flota, como insumos para estimar emisiones.
	Ruidos y vibraciones		
	Acceso a oportunidades	AVL (y/o GTFS)	Determinación realista de la red de oferta y de los tiempos de conexión entre orígenes y destinos.

SEP - Sistema electrónico de pago // AVL - Localización automática de vehículos // GTFS - General Transit Feed System

Fuente: Elaboración propia.

Estas bases de datos, siempre y cuando sean confiables y estén disponibles, pueden ser utilizadas para calcular diversos indicadores de Calidad Ofertada. Así, hay una oportunidad de monitorear diferentes aspectos de calidad del servicio, estableciendo rutinas de cálculo de manera recurrente y prácticamente sin costos adicionales más allá de una baja inversión inicial para el diseño e implementación de sistemas de integración y procesamiento de los datos. Aunque algunos datos no sean generados de manera confiable y/o compatible con el cálculo de los indicadores, la inversión para adaptarlos apenas ocurre una vez y se diluye con el tiempo.

allá de una baja inversión inicial para el diseño e implementación de sistemas de integración y procesamiento de los datos. Aunque algunos datos no sean generados de manera confiable y/o compatible con el cálculo de los indicadores, la inversión para adaptarlos apenas ocurre una vez y se diluye con el tiempo.

## Los diferentes niveles de agregación

Cuanto mayor la cantidad de oferta y demanda en términos de granularidad espacial y temporal de la información, mayores son los niveles de detalle y de desagregación en que se pueden calcular los indicadores, lo cual permite un monitoreo de más complejidad y enfocado a elementos muy particulares del sistema (en lugar de métricas globales que no auxilian a identificar problemas específicos).

**La aplicación de los diferentes niveles de detalle está directamente relacionada con las distintas instancias de análisis y niveles de decisión asociadas al monitoreo de la calidad de servicio, como discutido de manera introductoria en la sección 2.4.**

Si bien no hay una definición rígida de lo que engloba cada uno de los niveles, la literatura comúnmente divide este proceso en un nivel estratégico, táctico y operacional, evolucionando de lo más general hasta lo más específico como se ilustra en la Figura 4-4, detallando lo abordado inicialmente en la referida sección 2.4. Los indicadores típicamente requieren mayor desagregación para las aplicaciones de nivel operacional y táctico, detallando partes más específicas del servicio, mientras que para el nivel estratégico es donde se busca mayor poder de síntesis para evaluaciones sistémicas, con indicadores más agregados.

**Figura 4-4. Ilustración de los diferentes niveles de agregación y detalle para los análisis.**



Fuente: Elaboración propia.

Las dimensiones investigadas y/o monitoreadas en cada nivel de análisis deben ser definidas a partir del contexto del sistema. Por ejemplo, en un nivel estratégico, es común que sistemas de BRT analicen sus niveles de cumplimiento de partidas programadas para cada uno de sus corredores a lo largo de meses, mientras que en sistemas convencionales este análisis se hace para grupos de rutas (por ejemplo, para cada lote o área de concesión, o para una determinada cuenca de alimentación) o para todas en conjunto.

Otras características del sistema pueden ser detalladas en diferentes niveles, según lo que sea más relevante para cada caso. Para un sistema puede ser más importante comparar el desempeño entre los operadores de una misma línea, mientras que para otro es más crítico monitorear la operación según los diferentes tipos de vehículo en la flota.

Este capítulo presenta algunos de los principales indicadores de calidad de servicio que pueden calcularse utilizando la gran cantidad de datos comúnmente disponibles a partir de los sensores inherentes a muchos sistemas de transporte público, como los registros de validaciones de pago y la localización automática de la flota (AVL).

La Figura 4-3 muestra el potencial de los datos de AVL, SEP y GTFS para medir y monitorear una gran cantidad de los criterios de calidad de servicio. En este capítulo se seleccionaron a título de ejemplo 8 de esos indicadores, considerados como algunos de los más críticos en la perspectiva de los pasajeros: confiabilidad, velocidades, tiempos de viaje y nivel de ocupación vehicular. Para cada uno se analizan distintos indicadores, conforme resumido gráficamente a continuación, y, cuando aplicable, con diferentes grados de agregación según los varios niveles de análisis.

Todos los indicadores se ilustran a partir de ejemplos reales utilizando datos de sistemas de transporte público en América Latina, enfocándose en su mayoría para el período previo a la pandemia de COVID-19 (en el cual la situación era más crítica en términos de la relación demanda/oferta):

- El Metrobús, el sistema de BRT de la Ciudad de México;

- El Sistema de Transporte Metropolitano de Montevideo, sistema convencional de transporte público de pasajeros por buses de responsabilidad de la Intendencia de Montevideo;

- El sistema de BRT de la ciudad de Rio de Janeiro, de responsabilidad de la Secretaria Municipal de Transportes de la ciudad (SMTR-RJ).



## 4.1 Confiabilidad del servicio

Uno de los aspectos básicos de la calidad en un sistema de transporte público es que las personas puedan contar con el servicio programado de manera confiable para organizar sus actividades y realizar sus desplazamientos. **Esto es, que la oferta planeada - divulgada públicamente y, así, esperada por parte de las personas usuarias - sea cumplida en conformidad, de manera que las personas puedan llegar a los puntos de parada o estaciones sabiendo que pueden acceder al servicio contando con suficiente previsibilidad y dentro de una margen tolerable de espera.**

Cuando un sistema de transporte público no es considerado confiable, las personas que tienen opción de escoger otros modos para sus desplazamientos tienden a abandonar el transporte público, especialmente los que están sujetos a restricciones de horario. Para aquellos que no tienen opciones (comúnmente llamados en el ámbito de la planificación de transportes usando un término técnico que más parece un sarcasmo: demanda "cautiva"), el efecto es todavía más perverso, pues le suma la mala calidad del transporte público a las demás condiciones de exclusión social que caracterizan la población de más bajos ingresos. La poca confiabilidad resulta en la necesidad de llegar preventivamente más temprano en el punto de parada o estación por la incertidumbre de si el bus de las 7h vaya a pasar en horario o no, y en enfrentar hacinamientos porque la cantidad de buses operando es inferior al planeado. Para esas personas, la baja confiabilidad se traduce en añadir todavía más tiempo de su día dedicado al desplazamiento, en horas de hacinamiento, en más tiempo esperando el bus, en mayor riesgo de acoso sexual en buses abarrotados, entre otros problemas.

Así, los indicadores presentados a continuación como parte del criterio de confiabilidad están directamente relacionados con el desempeño del servicio, tanto en términos de entregar la cantidad de viajes previstos como respecto al cumplimiento de intervalos y horarios programados:

**El cumplimiento del número de partidas programadas, que busca medir la brecha entre los despachos realizados y los previstos para cada franja horaria, es un aspecto con fuerte impacto sobre la capacidad efectivamente entregada respecto a la planificada y, consecuentemente, en diversos factores de calidad.**

**La regularidad del servicio, que busca medir la uniformidad en los intervalos entre buses y qué tanto se aproximan a lo planificado, afecta la previsibilidad y los tiempos de espera de las personas usuarias, con particular importancia para servicios de más alta frecuencia de paso.**

**La puntualidad del servicio, como medida de cumplimiento de la tabla horaria programada, también impacta los tiempos de espera y la previsibilidad del servicio, con especial importancia para servicios de más baja frecuencia.**

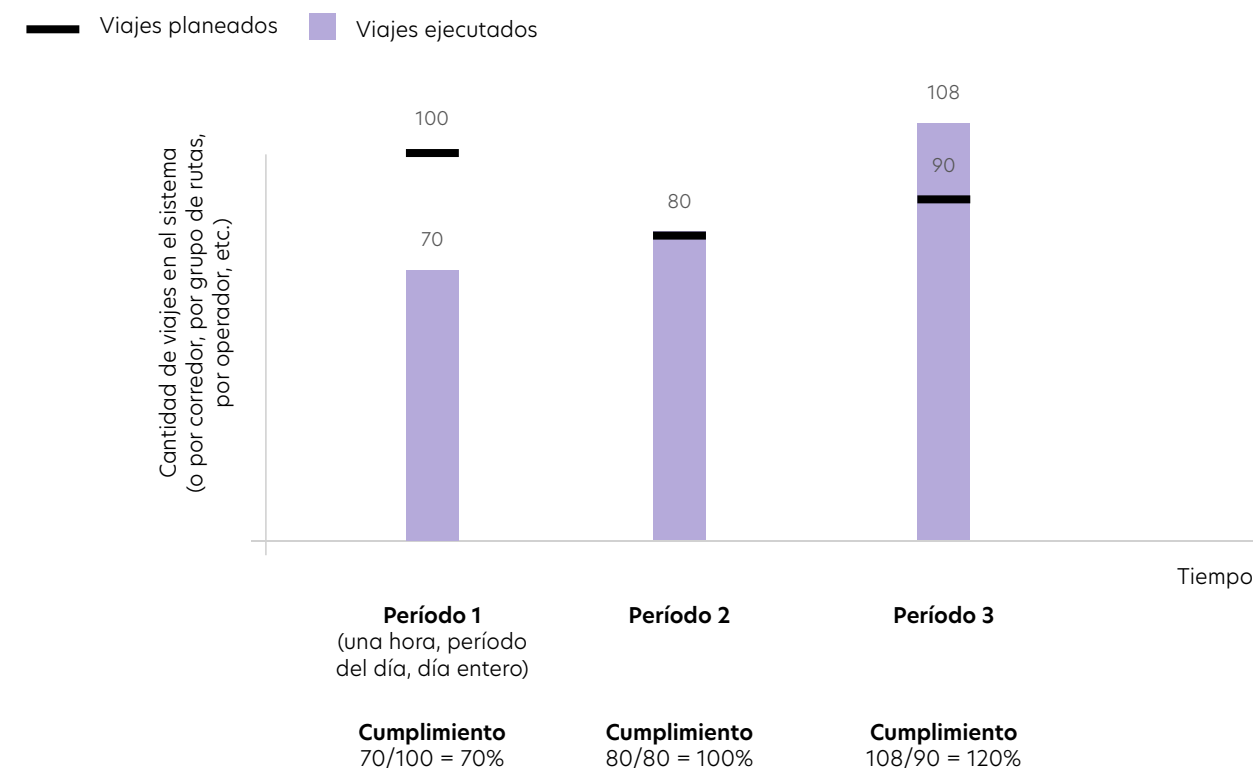
### 4.1.1 Cumplimiento del número de partidas programadas

#### ¿Qué es y cómo calcularlo?

**Uno de los elementos más básicos y fundamentales en los sistemas de transporte público es que lo programado/planificado efectivamente se cumpla.** Aunque puede parecer algo demasiado obvio y darse por sentado, el incumplimiento de parámetros básicos de la oferta planificada es comúnmente fuente de muchos problemas en el nivel de servicio. Por ese motivo, este indicador es un buen punto de partida para la gestión de la calidad de servicio: antes de intentar optimizar aspectos más específicos o detalles del diseño operacional es fundamental asegurar que se cumplan los requisitos básicos de la oferta prevista.

Este indicador, o formulaciones similares, se utilizan en la Guía de la ANTP (ANTP, 2019) como índice de cumplimiento de viajes, y en la Norma Europea EN 13816 (CEN, 2002), que define el porcentaje de cumplimiento de la frecuencia mínima. En general, es calculado para la totalidad o partes específicas del sistema (corredores, grupos de líneas, operadores, etc.) y es definida como **el porcentaje de viajes completos ejecutados en relación con los viajes programados dentro de un determinado período** (una hora o período del día), conforme ilustrado en la Figura 4-5.

Figura 4-5. Ilustración del indicador de cumplimiento de viajes.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4-5 anterior muestra los siguientes escenarios:

- **Déficit de oferta:** una situación donde hay un nivel de incumplimiento de la oferta programada en el período (período 1), lo cual resulta en mala calidad de servicio para las personas usuarias. En estos casos, es necesario investigar los motivos por los cuales no fue posible cumplir el programa planeado y potencialmente resultar en penalizaciones.
- **Cumplimiento satisfactorio:** ejecución adecuada de la oferta en conformidad con lo planeado (período 2). Este tipo de situación es el ideal en términos de eficiencia operacional y de ofertar la calidad planificada.
- **Sobreoferta:** ejecución de un nivel de oferta mayor que el planificado (período 3), lo cual indica ineficiencia y deseconomías en la prestación de servicio, generando ociosidad respecto a lo planificado. Estos casos pueden indicar bus bunching por fallas en control operacional o la ejecución de viajes fuera de horario (situación común en modelos de contratación basados en remuneración por kilómetro, pero sin control adecuado del cumplimiento de la oferta), aunque también puede representar el uso intencional de buses adicionales para resolver contingencias o situaciones puntuales no previstas en el programa de servicio.

Lo anterior muestra que este indicador debe ser calculado y controlado en función de la oferta prevista para cada hora (o, dependiendo de la situación, para períodos un poco más largos, como el conjunto de las horas pico de la mañana, el período fuera de pico, y las horas pico de la tarde). La oferta prevista para atender a la demanda de la hora pico sólo sirve si se cumple dentro del intervalo en el cual se requiere. Ejecutar esos viajes cuando ya no son necesarios no solamente significa que los pasajeros en los horarios más congestionados tuvieron que esperar más y viajar en vehículos más llenos (o que eventualmente ni siquiera consiguieron abordar su bus porque estaba saturado). Además de eso, el sistema también incurrió en costos innecesarios al despachar unidades fuera del período en que eran necesarias contribuyendo apenas a crear sobreoferta respecto a lo planificado.

El uso de los indicadores de cumplimiento de oferta, por lo tanto, puede ser aplicado para la identificación de eventos específicos o incluso para registrar la serie histórica de incumplimientos sistemáticos y hacer un seguimiento que sirva de retroalimentación para la formulación de planes de contingencia, revisión de procesos operacionales o mismo para reajustar planificación. Pero, eso sí, debe tomarse el cuidado de no clasificar como incumplimiento cualquier resultado fuera de lo previsto o tolerado sin antes considerar dichas situaciones donde la oferta fuera de lo previsto fue realizada de forma intencional para resolver determinados problemas operacionales.

## Datos necesarios

Para calcular este indicador, **es necesario que todas las partidas ejecutadas estén registradas, idealmente con horarios de salida (en el punto de inicio) y llegada (al final del itinerario) para cada uno de ellos, así como diferenciando entre viajes completos e incompletos.**

**Con relación a la oferta planificada, es necesario que la programación de servicio esté definida y actualizada para todas las rutas, servicios y ramales con sus respectivos horarios, reflejando la operación esperada para el período.** De lo contrario, la comparación entre la oferta planeada y la oferta ejecutada no es compatible – por ejemplo, una oferta planeada para el mes de enero generalmente no puede ser utilizada para calcular el cumplimiento de servicio en abril, ya que la capacidad requerida en época de vacaciones escolares es típicamente menor que en períodos de demanda plena. Naturalmente, cualquier cambio en el diseño de los servicios debe estar reflejado en los insumos para calcular el indicador de cumplimiento.

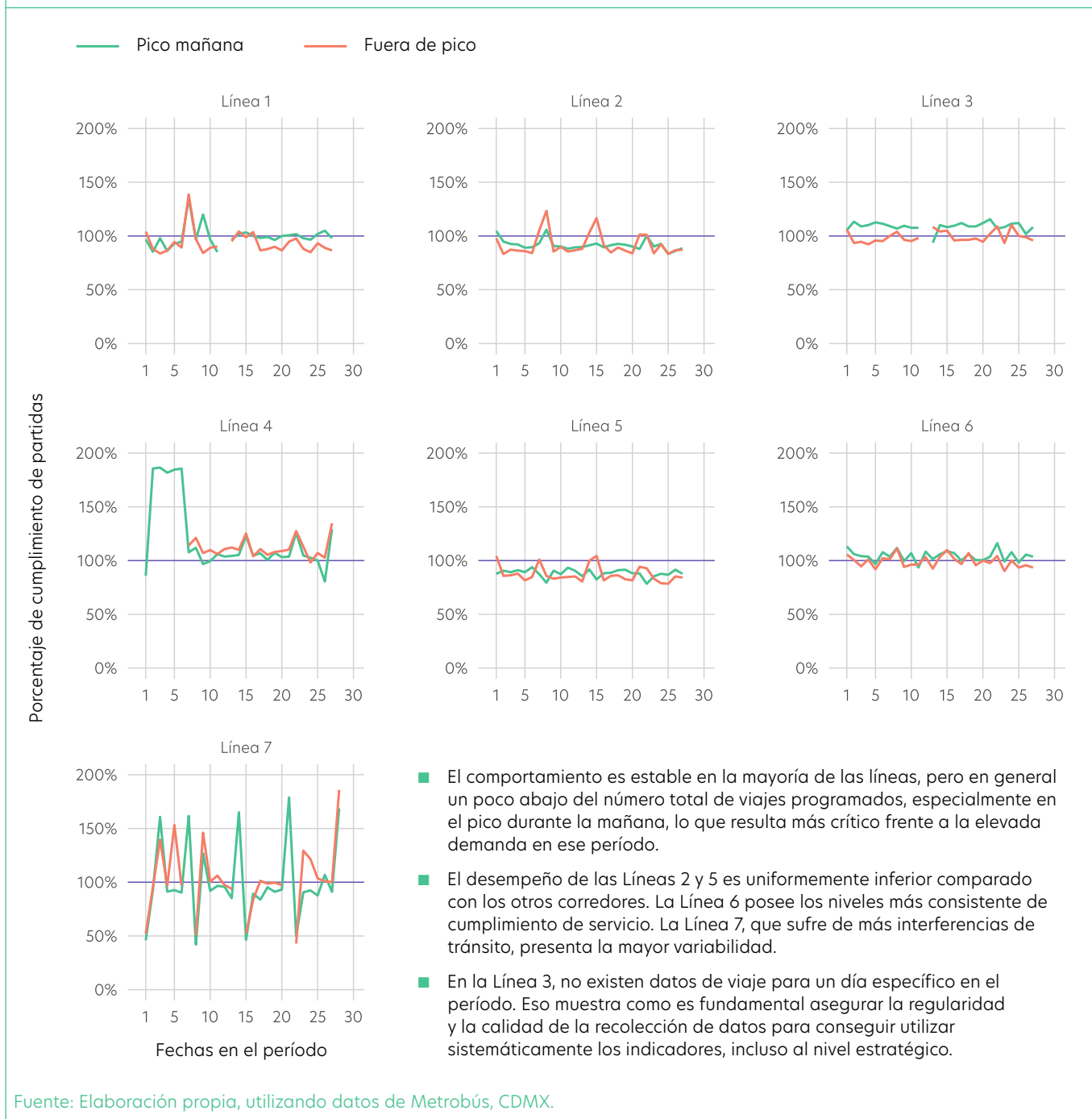
La oferta planificada puede ser representada de diferentes maneras: como horarios de partidas y llegadas, como frecuencias entre partidas, o mismo como una combinación entre las dos. Lo más importante es poder definir una cantidad de viajes ejecutados por intervalos a lo largo de los días (a cada hora, bloques de 3 horas, períodos predefinidos etc.) y para diferentes tipos de días (sábados, domingos, feriados, días hábiles o mismo para días específicos). La fuente puede ser una consolidación de la oferta horaria en hoja de cálculo a partir de la forma de registro existente en cada sistema (en muchos de los cuales es común no contar con una adecuada estandarización y digitalización de esa información, dificultando incluso su actualización para efectos de control operacional) o, en donde están más avanzados en el procesamiento y consolidación de datos, a partir de archivos GTFS o sistemas propios de bases de datos e interfaces de acceso y control.

## Ejemplo de aplicación: Cumplimiento del número de partidas programadas

Para ilustrar la aplicación de este indicador, se utilizaron datos del sistema de BRT Metrobús, en la Ciudad de México, a lo largo del mes de mayo de 2021. El ejemplo ilustra una secuencia de análisis con dimensiones específicas del contexto del sistema y que no representan el único camino posible o aun uno que sea recomendado como "principal" o "más usual".

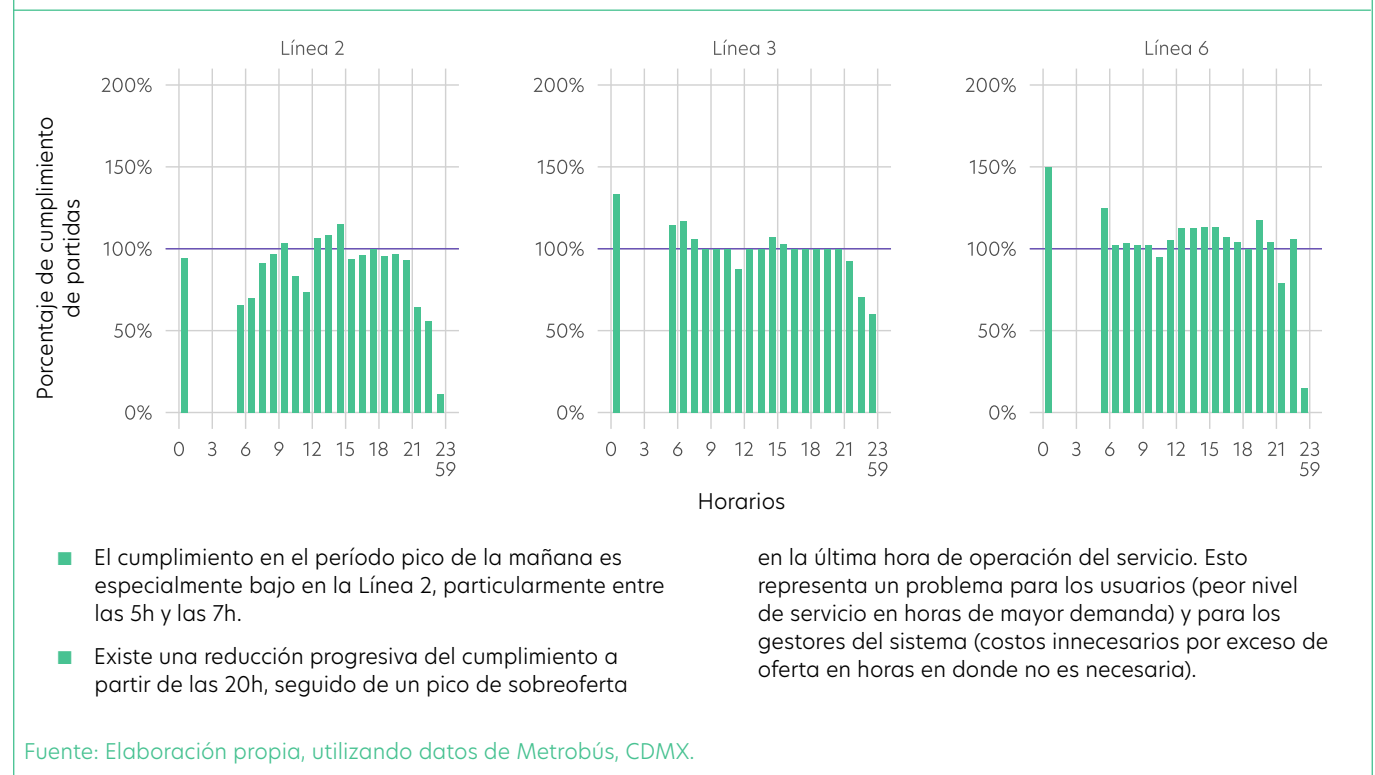
### NIVEL ESTRATÉGICO

Figura 4-6. Aplicación en nivel estratégico del indicador de cumplimiento de partidas para corredores (llamados líneas) del sistema de BRT Metrobús (CDMX), ilustrando el período de mayo de 2021.



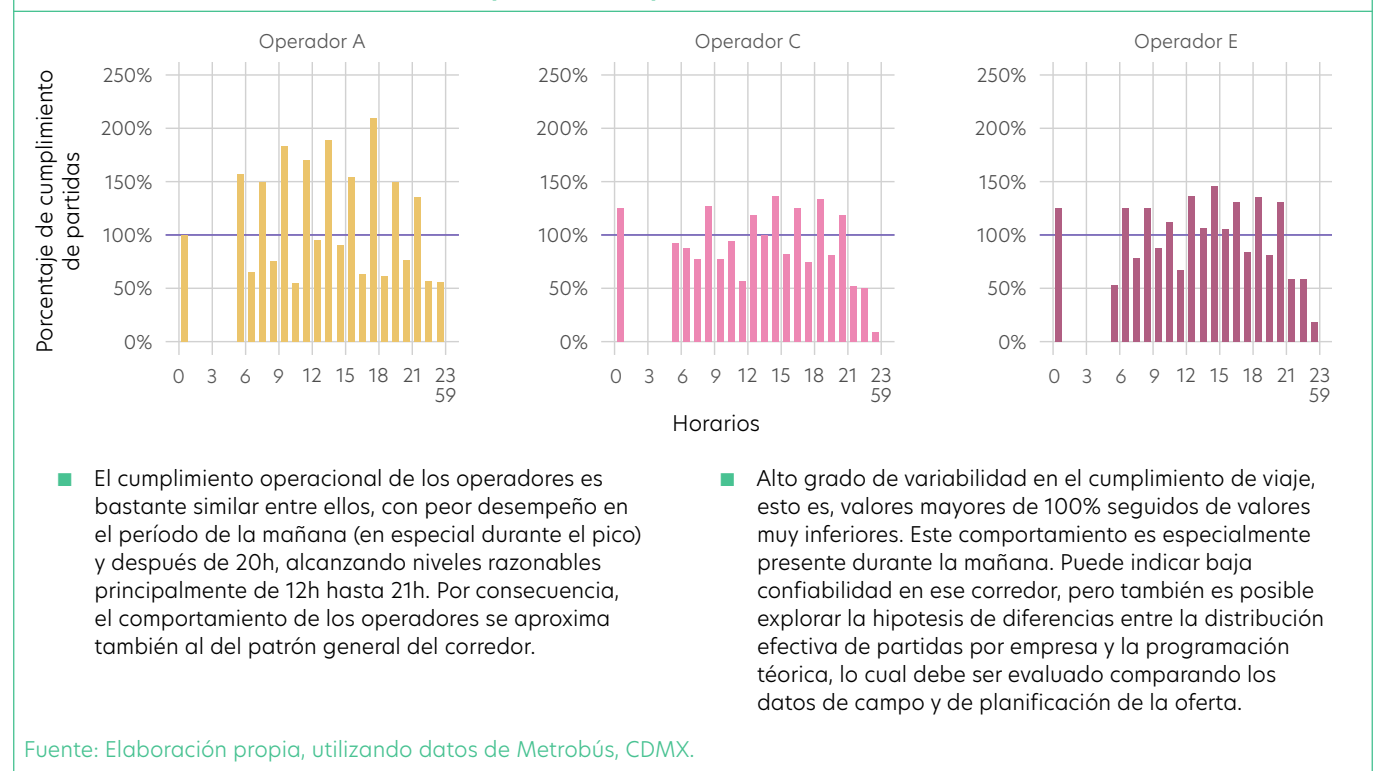
### NIVEL TÁCTICO

Figura 4-7. Aplicación en nivel táctico del indicador de cumplimiento de partidas para corredores (llamados líneas) seleccionados del sistema de BRT Metrobús (CDMX), ilustrando el período de mayo de 2021.



### NIVEL OPERACIONAL (ESPECÍFICAMENTE PARA LA LÍNEA 2)

Figura 4-8. Aplicación en nivel operacional del indicador de cumplimiento de partidas para la Línea 2 del sistema de BRT Metrobús (CDMX), ilustrando el período de mayo de 2021.



## 4.1.2 Regularidad de servicio

### ¿Qué es y cómo calcularla?

La regularidad en la prestación del servicio - la capacidad de asegurar uniformidad en los intervalos de paso de los buses - es un aspecto fundamental para la confiabilidad en el sistema al dar previsibilidad al servicio. Pero además también es un factor clave para reducir la saturación en los vehículos y en las estaciones, ya que cada vez que se abre una brecha en el intervalo entre buses se produce una acumulación excesiva de pasajeros en las paradas o estaciones aguardando por los vehículos demorados, y consecuentemente también provoca mayores ocupaciones en las unidades subsecuentes.

Para servicio de alta frecuencia, la regularidad es un indicador particularmente importante, pues los usuarios se rigen principalmente por el intervalo de espera, mucho más que por una tabla horaria. Como indicador, ha sido ampliamente estudiado a través de una variedad de formulaciones, algunas más orientadas a la perspectiva del operador, como en la Guía de ANTP (ANTP, 2019), que cuantifican de manera directa parámetros de distribución de los intervalos, y otras más orientadas a la perspectiva de las personas usuarias, como en la Norma Europea (CEN, 2002), que en realidad mide el efecto de la regularidad sobre los usuarios (como el exceso de tiempo de espera de los pasajeros). Esta segunda formulación es adoptada, por ejemplo, por algunos sistemas de transporte de todo el mundo, como Londres y Barcelona.

En este documento, se optó por un indicador de menor complejidad, no sólo para facilitar su interpretación, pero también por depender de menos insumos para su cálculo. Ambas características contribuyen para que sean más ampliamente utilizados en países de América Latina, con sistemas de gestión de calidad más incipientes comparativamente a ciudades que cuentan con mayores recursos y cuyos servicios de transporte público cuentan con

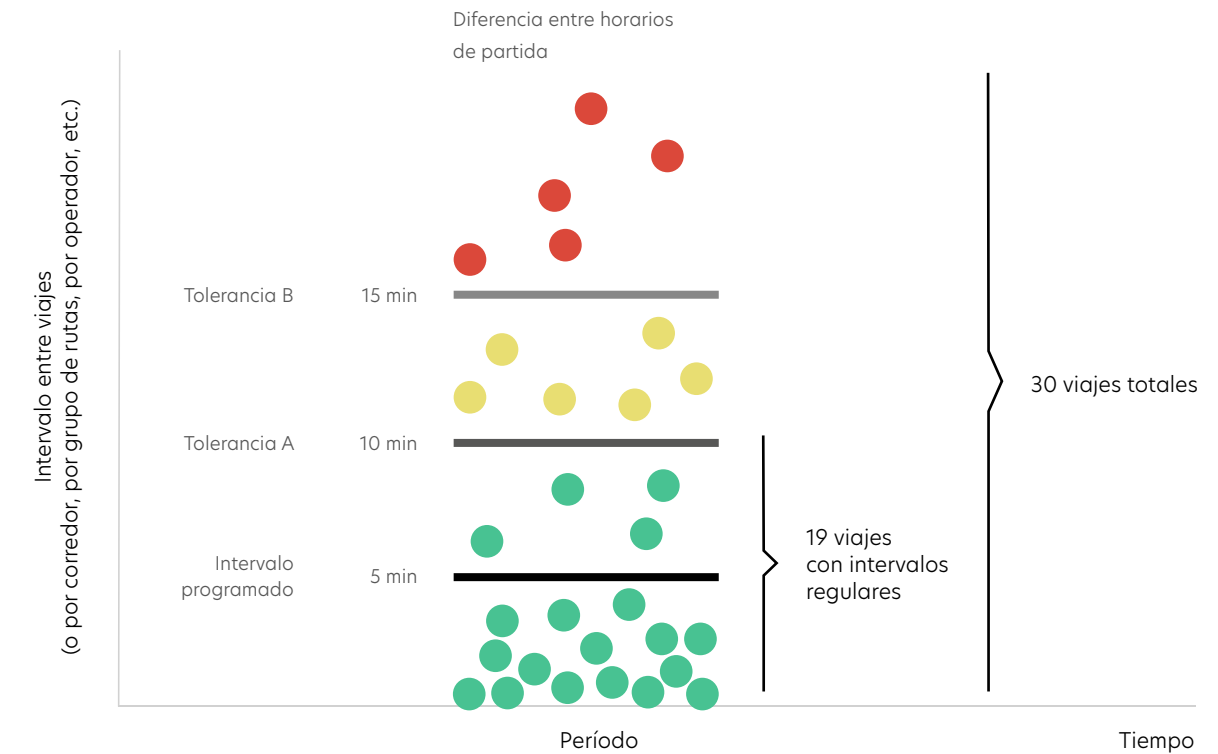
condiciones operacionales mucho más favorables. Así, se define la regularidad como el porcentaje de intervalos de paso que ocurren dentro del margen tolerado relativamente a la frecuencia programada de la línea, corredor o servicio. Este concepto es ilustrado esquemáticamente en la Figura 6.

Este indicador debe ser medido preferentemente en puntos clave del recorrido, en donde la ruta ya haya sufrido los efectos de las interferencias externas (en el caso de circular en tráfico mixto) o de las propias oscilaciones de la operación del servicio de transporte público (para sistemas cerrados). Si los despachos (discutidos anteriormente) se realizan con alta confiabilidad, los intervalos de salida en las cabeceras de la línea deberían ser muy regulares. Sin embargo, a medida que se acumulan los atrasos por congestión, filas y tiempos excesivos en las paradas para ascenso y descenso de pasajeros, entre otras demoras, aumenta la irregularidad de los intervalos entre buses. Así, los tramos que están más distantes de las cabeceras tienden a presentar las situaciones más críticas de regularidad.

El intervalo de tolerancia no sigue un criterio universal o por criterios rígidos, debiendo ser definido para cada situación en función de las características de cada sistema, de sus condiciones operacionales, de sus corredores y servicios. Un factor fundamental para eso es la frecuencia planeada, ya que, para servicios con intervalos previstos muy reducidos, resulta más problemático considerar convoys o bus bunching como incumplimiento, tanto por el pequeño margen para oscilaciones en la operación real, como en función de lo que los datos permiten medir y afirmar.

Una alternativa para definir el intervalo de tolerancia es considerarlo como múltiplos de la frecuencia planeada para cada ruta y período del día. Así, es preferible trabajar con diferentes niveles de tole-

Figura 4-9. Ejemplo ilustrativo de la dispersión de los intervalos entre buses (eje vertical) por hora del evento (eje horizontal), clasificados según niveles de tolerancia de la regularidad con base en el intervalo mediano del período.



Fuente: Elaboración propia.

rancia y reevaluarlos periódicamente - por ejemplo, definiendo el intervalo de tolerancia como la frecuencia planeada (o la mitad, o el doble, etc.) y observar cómo se adecua a cada ruta del sistema. Es posible también cambiar esos márgenes de tolerancia a lo largo del tiempo, por ejemplo: considerando un corredor que muestre desempeño satisfactorio y estable bajo una determinada tolerancia durante un período significativo (meses, años), es posible incorporar un nuevo corte con tolerancia más estricta, que permita continuar persiguiendo mejoras en la calidad ejecutada.

En el nivel estratégico, de la misma manera que para el cumplimiento de partidas, la regularidad puede utilizarse para monitorear la evolución del índice agregado de cada línea para períodos típicos y dar seguimiento al desempeño global del sistema a lo largo del tiempo. Igualmente, esta medida puede usarse para hacer seguimiento del desempeño en el mediano y largo plazo, identificando resultados por debajo de lo esperado o recomendable que

requieran acciones o cambios de fondo en los procesos operacionales, en mecanismos de control o en el esquema de regulación.

Además de eso, ofrece herramientas para localizar situaciones más específicas o puntuales, orientando donde enfocar la atención en los análisis más pormenorizados en el nivel táctico y operacional. Una desagregación para cada hora del día ofrece un panorama más detallado del desempeño de cada línea o corredor para análisis de nivel táctico, permitiendo identificar los períodos en que existen potencialmente más interferencias, interrupciones operacionales y otros factores que comprometen la regularidad del servicio.

Así, para la identificación de problemas específicos a cada línea, es interesante examinar la regularidad de forma más detallada, visualizando cada paso de bus como un evento en un gráfico de dispersión de los intervalos observados para un servicio específico.

## Datos necesarios

El indicador de regularidad puede calcularse a partir de los datos del sistema AVL, preferentemente con registros de localización (y su respectivo horario) de alta frecuencia, para poder reproducir el trayecto con suficiente detalle y precisión. Ese insumo posibilita generar este indicador para prácticamente cualquier punto de una ruta o corredor. Esa condición es particularmente útil para puntos de la red con mayores interferencias del tránsito mixto, en donde la operación requiere más atención para dar respuestas rápidas de corrección y ajuste de los servicios, bien como para corredores exclusivos con alta frecuencia de paso de buses, en donde la regulación del servicio depende fundamentalmente de la regularidad (distinto de servicios poco frecuentes en donde la puntualidad es más central).

Los datos de oferta planificada, a su vez, deben especificar las frecuencias previstas entre buses (lo que es más usual para rutas de mayor frecuencia o sistemas de metro).

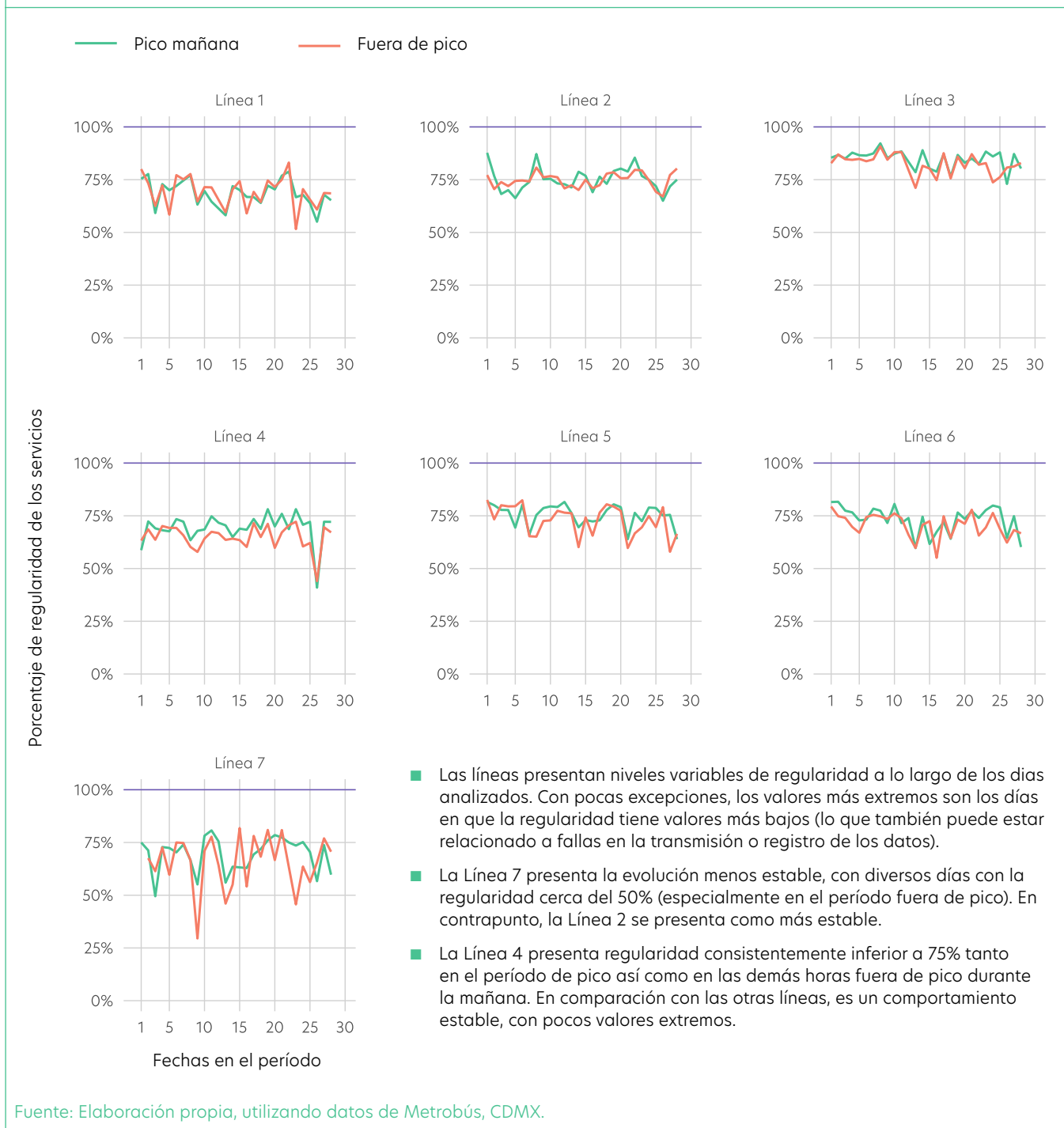


## Ejemplo de aplicación: Regularidad de servicio

Aquí se utilizan nuevamente los datos del sistema Metrobús (CDMX) para ilustrar la aplicación del indicador, con una muestra que abarca todo el mes de mayo de 2021. El ejemplo muestra una secuencia de análisis con dimensiones específicas el contexto del sistema y que no representan el único camino posible, o bien uno que sea recomendado como "principal" o "más usual".

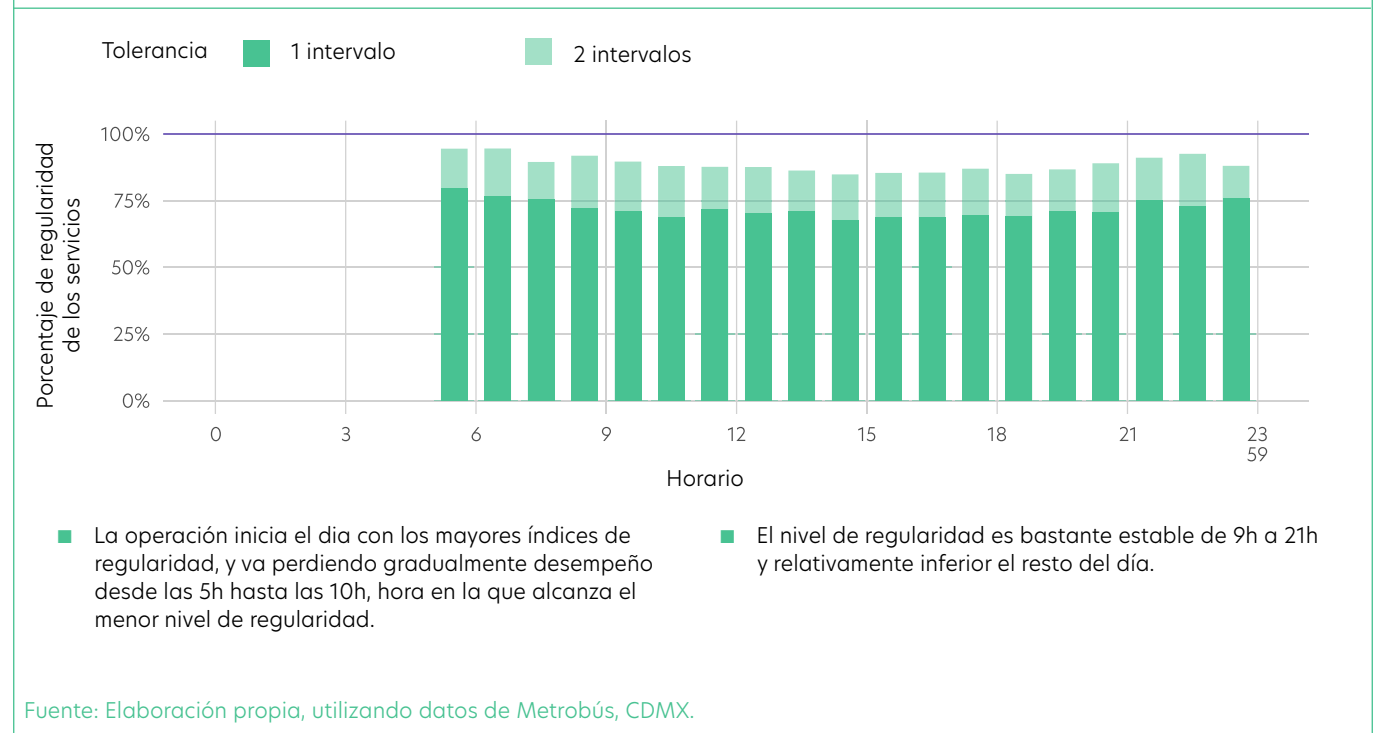
### NIVEL ESTRATÉGICO

Figura 4-10. Aplicación en nivel estratégico del indicador de regularidad de los servicios para corredores (llamados líneas) seleccionados del sistema de BRT Metrobús (CDMX), ilustrando el período de mayo de 2021



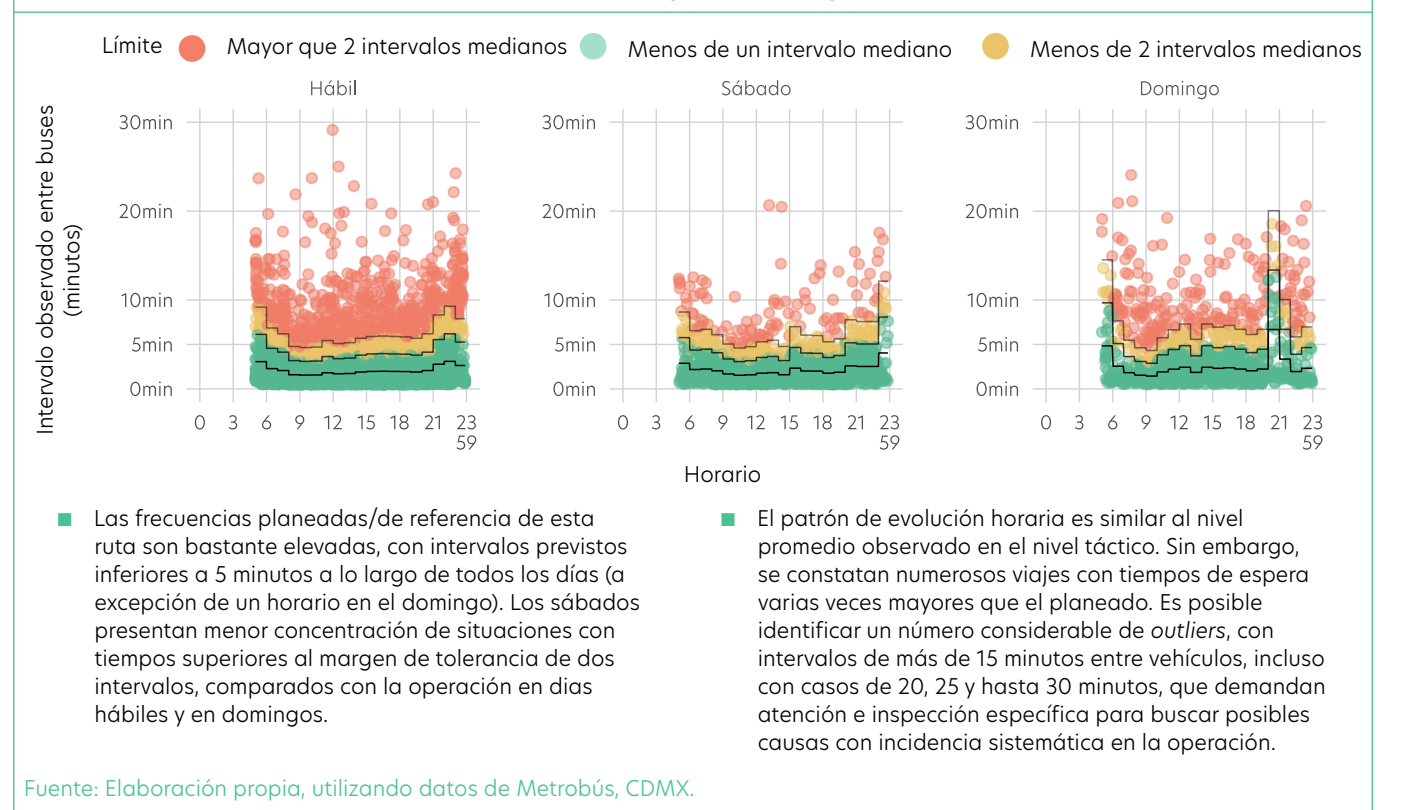
### NIVEL TÁCTICO

Figura 4-11. Aplicación en nivel táctico del indicador de regularidad de los servicios para la Línea 4 del sistema de BRT Metrobús (CDMX), ilustrando el período de mayo de 2021



### NIVEL OPERACIONAL

Figura 4-12. Aplicación en nivel operacional del indicador de regularidad de los servicios para la Ruta E2 en la Línea 4 del sistema de BRT Metrobús (CDMX), ilustrando el período de mayo de 2021



### 4.1.3 Puntualidad de servicio

#### ¿Qué es y cómo calcularla?

La capacidad de un sistema de operar en horarios establecidos es un aspecto fundamental para que las personas usuarias puedan considerarlo como una alternativa confiable, especialmente si ellas tienen acceso a los horarios planeados. En los casos de servicios menos frecuentes, en los que las personas se orientan por el horario más que por el intervalo de paso, la puntualidad es un componente fundamental de la previsibilidad del sistema.

Pero en las rutas más frecuentes la puntualidad de despacho también cumple un rol importante en la regulación de la operación, pues un servicio que no consigue iniciar con confiabilidad en las cabeceras difícilmente logra corregir la regularidad a lo largo del trayecto, donde la tendencia es de aumentar las interrupciones y no de reducirlas. Así, la puntualidad de despacho termina siendo una de las condiciones para que las rutas de mayor frecuencia logren operar con regularidad (junto con otras condiciones como la reducción de interferencias de tráfico y un control operacional con buena capacidad de respuesta en tiempo real).

Como indicador, es utilizado en prácticamente todas las normas, guías o manuales de calidad de servicio, incluyendo la Norma Europea EN 13816 (CEN, 2002), el Manual de Capacidad y Calidad de Servicio del Transporte Público, del Transport Research Board (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2013) y la Guía básica de ANTP (ANTP, 2019). También es uno de los aspectos centrales de evaluación del servicio por la perspectiva de las personas usuarias, como propuesto por el Manual de encuesta de satisfacción de WRI (2018).

Aquí se define la puntualidad como el porcentaje de partidas cuyo horario ocurrió suficientemente cercano al planeado, considerando un intervalo de tolerancia definido por la gestión del servicio. Los niveles de tolerancia varían sustantivamente de

acuerdo con cada contexto y sistema de transporte. Por ejemplo, para el sistema de buses de baja frecuencia de Londres (Transport for London, 2015) el intervalo de tolerancia es de 2.5 minutos antes de lo esperado a 5 minutos más tarde de lo esperado. El sistema de buses de São Paulo (Secretaria Municipal de Transportes de São Paulo, 2018) adopta un intervalo de tolerancia de 3 minutos.

Además de esto, es usual que el intervalo de tolerancia sea más estricto para vehículos adelantados respecto a la programación y un poco más holgado para atrasos, ya que es más grave el riesgo de perder el viaje (por llegar a la hora que supuestamente pasaría el bus y así tener que esperar hasta el siguiente) que el riesgo de incurrir en un atraso. Este indicador de forma general siempre debe ser controlado en los puntos terminales de la ruta, o sea, en la primera parada o estación de salida, en cada sentido (que para itinerarios circulares puede ser definido arbitrariamente). Sin embargo, en algunas situaciones, principalmente en servicios de muy baja frecuencia y/o en contextos de tránsito con poco congestionamiento, también es posible controlar la puntualidad en puntos intermedios, cuando es factible, para que el centro de control operacional pueda dar instrucciones a los conductores para mantenerse dentro de los horarios programados.

Como ejemplo de análisis de nivel estratégico, la evolución diaria del índice de puntualidad agregado para cada línea permite tener un panorama comparativo del desempeño de cada parte de la red, identificando eventuales tendencias de mejora o de caída en la performance. También pueden identificarse días atípicos indicativos de contingencias, eventos especiales u otros factores que causen interrupciones puntualmente en la operación.

Al desagregar el índice de puntualidad para cada hora del día en cada línea aparecen situaciones

específicas y más claramente delimitadas con problemas de cumplimiento de horarios. Por ejemplo, de forma parecida a lo mencionado en el cumplimiento de partidas, bajos índices de puntualidad de los servicios que operan en horas de la noche,

tal como en varios de los casos de este ejemplo, perjudican la competitividad del sistema y la percepción de seguridad de las personas usuarias, que, cuando posible, pueden terminar escogiendo evitar el transporte público en estos horarios.

Figura 4-13. Ejemplo ilustrativo de la dispersión de las diferencias entre horarios ejecutados y programados (eje vertical) por hora del evento (eje horizontal), clasificados según niveles de tolerancia de la puntualidad.



Fuente: Elaboración propia.

#### Datos necesarios

La oferta planeada debe estar representada en términos de horarios de salida (e idealmente también de llegada) establecidos, de manera que sea posible establecer la referencia de los instantes de partida.

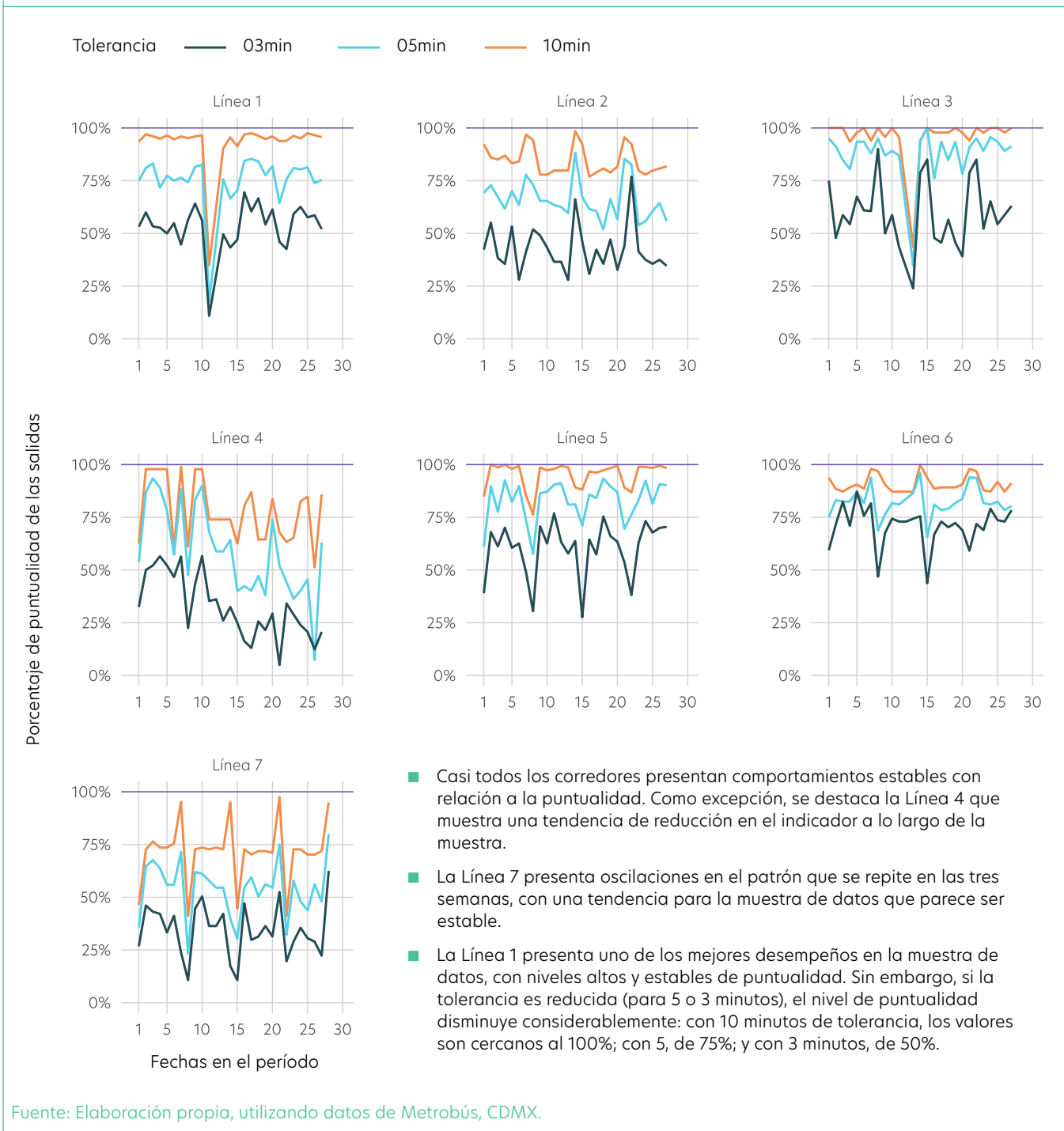
Con relación a la ejecución del servicio, es necesario que los horarios de inicio (e idealmente fin) de los viajes ejecutados sean registrados de manera amplia y confiable. De manera similar al indicador de regularidad de servicio, no es posible utilizar cantidades de viajes por período o rango horario para calcular este indicador.

## Ejemplo de aplicación: Puntualidad de servicio

Nuevamente se utilizaron los datos del sistema Metrobús (CDMX) a lo largo del mes de mayo de 2021 para ilustrar la aplicación del indicador. El ejemplo ilustra una secuencia de análisis con dimensiones específicas el contexto del sistema y que no representan el único camino posible o mismo uno que sea recomendado como "principal" o "más usual".

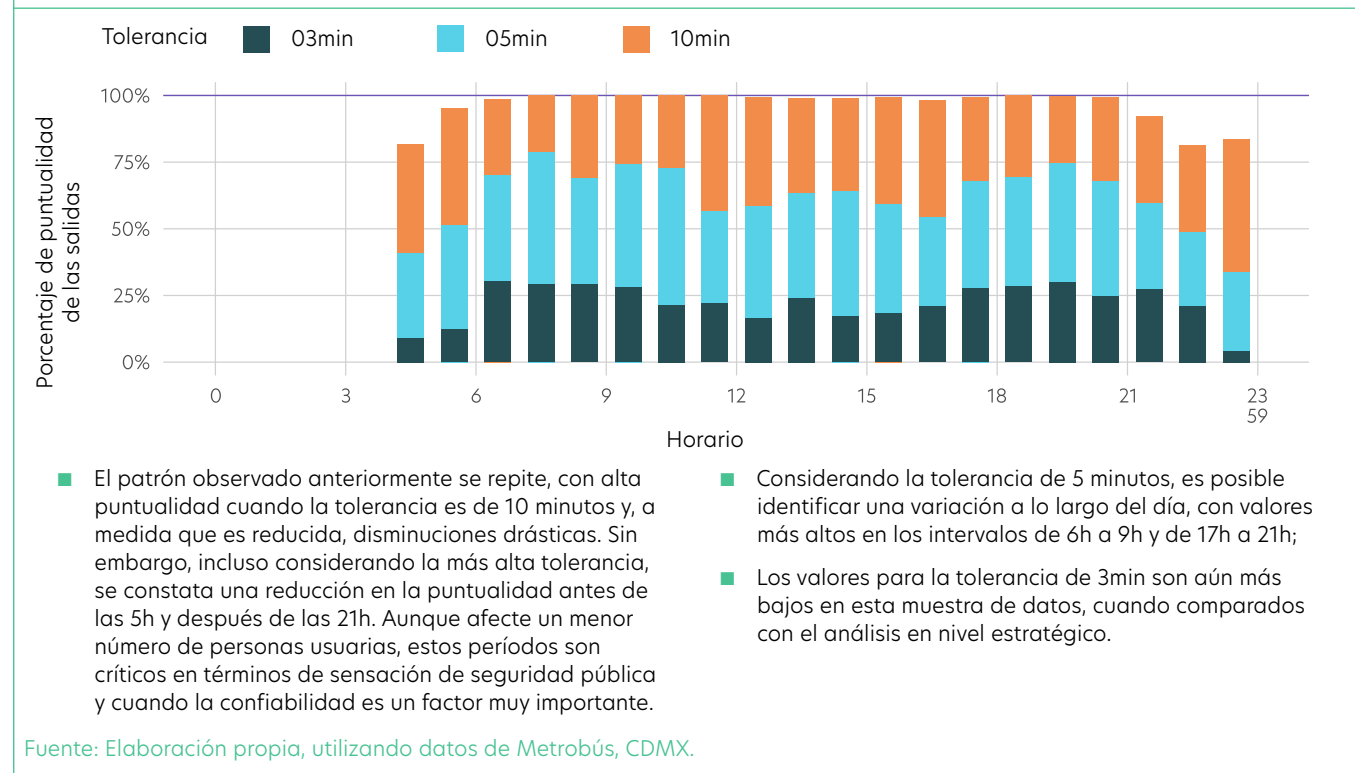
### NIVEL ESTRATÉGICO

Figura 4-14. Aplicación en nivel estratégico del indicador de puntualidad de las salidas para corredores (llamados líneas) seleccionados del sistema de BRT Metrobús (CDMX), ilustrando el período de mayo de 2021.



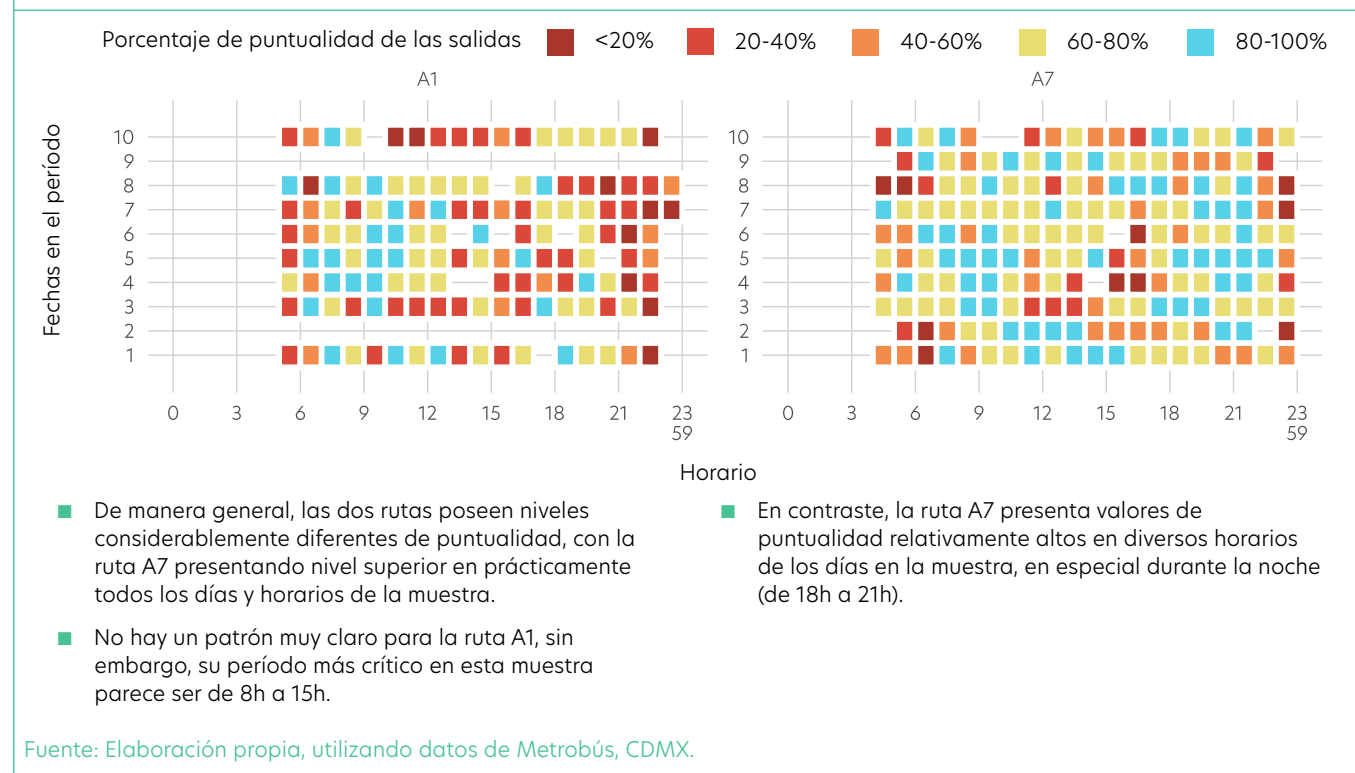
### NIVEL TÁCTICO

Figura 4-15. Aplicación en nivel táctico del indicador de puntualidad de las salidas para la Línea 1 del sistema de BRT Metrobús (CDMX), ilustrando el período de mayo de 2021.



### NIVEL OPERACIONAL

Figura 4-16. Aplicación en nivel operacional del indicador de puntualidad de las salidas para las rutas A1 y A7 de la Línea 4 del sistema de BRT Metrobús (CDMX), ilustrando los cinco primeros días de mayo de 2021.





## 4.2 Velocidades y tiempos de viaje

---

Uno de los principales aspectos relativos a la conveniencia y la atractividad en utilizar un sistema de transporte público es su eficiencia como medio de transporte, especialmente la rapidez para realizar los desplazamientos deseados. El tiempo de viaje es uno de los factores clave para hacer del transporte público una alternativa competitiva frente al automóvil y las motos. Esta sección trata de dos criterios de calidad diferentes, pero inseparablemente relacionados y dependientes uno del otro:

- Por un lado, la velocidad vehicular es un parámetro de desempeño operacional, usado principalmente por los prestadores de servicio para el control de operación y diseño de la oferta. Para calcularla, requiere apenas datos de oferta.
- Ya los tiempos de viaje de los usuarios son uno de los principales factores de la experiencia de los pasajeros al utilizar el sistema, y representan uno de los parámetros más importantes para medir los beneficios de los servicios de transporte. Para calcular los tiempos es necesario combinar datos de oferta (incluyendo las velocidades) con datos de demanda de pasajeros.

La rapidez en los desplazamientos en transporte público depende de una combinación de diversos factores, como la velocidad del servicio en cada tramo, la interferencia de la congestión en la operación de los buses, la posibilidad de realizar trayectos más directos para un mismo origen-destino, y los tiempos de espera y de transbordo. Cada uno de esos aspectos debe ser evaluado y tratado según la situación lo requiera.

El primer paso es medir de manera efectiva los tiempos de recorrido de los vehículos. Y para eso, los datos de localización vehicular automatizada (AVL, por su sigla en inglés) ofrecen un insumo ampliamente disponible en gran parte de los sistemas de buses en la actualidad, lo cual puede ser complementado por datos de sistemas de pago para calcular indicadores más pormenorizados. Una vez calculadas las velocidades, es posible usarlas como insumo para conocer el tiempo total que los usuarios del sistema gastan desplazándose.

A continuación, se presentan tres indicadores de calidad ofertada que esos datos operacionales permiten monitorear de forma sistemática y continua, abordando diferentes aspectos del servicio relacionados a las velocidades y tiempos de recorrido:

### Criterio “Velocidad vehicular”

- La **velocidad comercial**, que es la velocidad promedio de punta a punta de una determinada línea o ruta, es un dato bastante básico sobre el servicio pero que muchas veces deja de ser monitoreada de manera sistemática, y puede revelar información valiosa sobre el desempeño de cada parte de la red, situaciones de pérdida de eficiencia de rendimiento en determinados servicios o períodos, por ejemplo.
- La **velocidad por tramo**, diferente del anterior, es un indicador más detallado que permite diagnosticar las condiciones de operación en cada segmento de vía, de corredor o eje de transporte y así identificar puntos de atención, necesidades de adoptar medidas de tratamiento de paradas o intersecciones, o de implementar priorización para ómnibus o carriles exclusivos.

---

### Criterio “Tiempo de viaje de los usuarios”

- Los tiempos de viaje de los pasajeros, finalmente, representan el atributo de interés más directo para las personas usuarias. Mientras que las velocidades ofrecen referencias de interés para la evaluación de las condiciones de operación, el resultado final de la calidad ofertada pertinente para las personas que están realizando sus desplazamientos es el tiempo de recorrido de un punto a otro.
-

## 4.2.1 Velocidad comercial

### ¿Qué es y cómo calcularla?

La velocidad comercial, que corresponde al promedio para completar el recorrido de punta a punta, no representa un atributo de interés directo para las personas usuarias. Sin embargo, ésta es un factor determinante, junto con otras características como el trayecto, para el tiempo de viaje de los pasajeros. Esta velocidad, constituye también un parámetro básico y fundamental para el seguimiento del desempeño operativo con diferentes finalidades desde los puntos de vista del diseño, gestión, regulación y prestación del servicio. Por ejemplo:

- Posibilita la identificación de períodos específicos que presenten dificultades en la velocidad de la ruta/línea/corredor como un todo.

- El análisis comparativo entre diferentes períodos de una misma ruta o también el seguimiento de la evolución a lo largo del tiempo, apuntando eventuales tendencias de aumentos graduales en los tiempos de ciclo.

Para calcularla basta dividir la distancia total recorrida por una determinada ruta por el tiempo necesario para realizarla de su punto de inicio hasta el final. Su simplicidad de cálculo es una de sus principales ventajas, ya que no requiere información sobre lo ocurrido a lo largo del recorrido, únicamente el horario de inicio y de fin.

Como los tiempos de recorrido pueden variar significativamente durante el día, es importante registrar

los valores típicos para cada período con condiciones de operación similar, sea a cada hora del día o, por ejemplo, en intervalos como pico mañana, fuera de pico, pico tarde, etc. (acorde con el perfil temporal de cada sistema).

El método de agregación puede ser utilizando el valor mediano (preferible cuando se quiere reducir el efecto de outliers) o el valor promedio (más conveniente cuando, por ejemplo, se quiere ponderar por la frecuencia de cada servicio).

En el nivel estratégico, la visualización de la evolución para todo el sistema (o por corredor, o grupo de rutas) en series históricas de semanas o meses permite la identificación de patrones generales de comportamiento de los servicios, útiles para la planeación, evaluación y diseño del servicio. En el mediano y largo plazo, el monitoreo de este indicador a nivel estratégico permite identificar tendencias en el transcurso del tiempo y puede indicar estabilidad, problemas persistentes o interrupciones puntuales en el sistema, causados por situaciones atípicas.

El análisis de la velocidad comercial a nivel táctico permite observar diferencias sostenidas en los patrones comportamiento de los servicios que opera el sistema. El uso de esta información a este nivel permite tomar decisiones de planeación que incidan en la programación y el aprovechamiento de los recursos. Existen diferentes atributos del sistema sobre los cuales se puede analizar la variación de la velocidad:

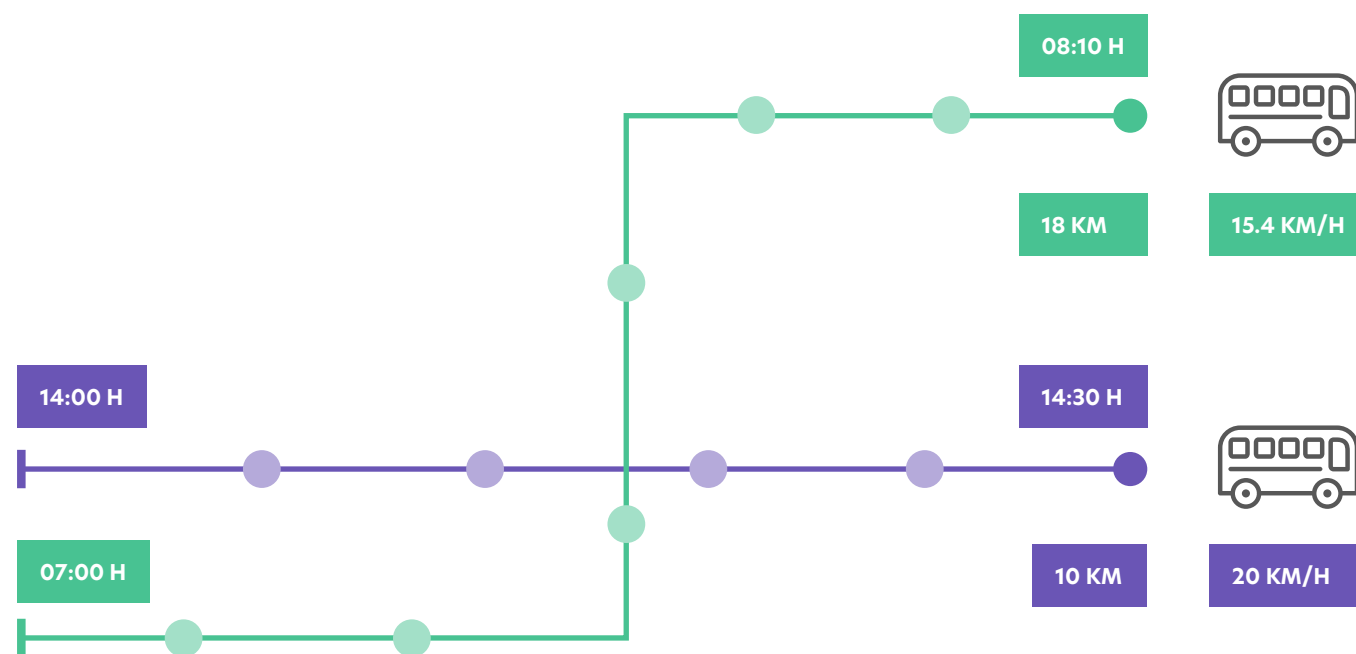
- Variación entre las diferentes rutas del sistema: Un ejemplo sería el caso del uso sistemático de cierta flota en una ruta de velocidad comercial relativamente alta, principalmente si combinado con alta demanda de pasajeros, implicará en un desgaste más acelerado y por lo tanto una vida útil más corta de los vehículos que el caso de una flota usada en una ruta de velocidad comercial relativamente baja. Esto a su vez puede desequilibrar financieramente el rendimiento de diferentes operadores.

■ Variación a lo largo del tiempo (entre días, semanas o meses): Otra variación común en la velocidad comercial de los servicios es la estacionalidad. Este análisis puede permitir identificar mayores requerimientos de flota en ciertos períodos del año para la consecución de los objetivos de servicio establecidos. Análisis complementarios geográficos o por tipos de servicios pueden permitir a los planeadores del servicio equilibrar los requerimientos de flota del sistema, con sus respectivas medidas financieras, contractuales y operativas.

■ Variación horaria (entre las diferentes horas de un mismo día): A nivel táctico puede ser entendida también la variación de la velocidad comercial a lo largo del día, que permite construir premisas permanentes para la definición de los programas de servicio por medio del estudio de franjas horarias de servicio y velocidad.

■ Variación espacial sistemática o asociada a tipologías viales: Otra característica estructural que puede ser asociada a la variación de las velocidades comerciales de una red de servicios de transporte público son las diferentes zonas urbanas, o las tipologías viales por las que operan los servicios. Ambas características determinadas por condiciones de tránsito, conducción, topografía, estado de mantenimiento vial, e interferencias entre otras condiciones de operación que pueden afectar de forma sistemática las velocidades comerciales de los servicios. Una comprensión amplia de estas características y sus impactos puede permitir el diseño de medidas de intervención a nivel sistema con incidencia operativa. Por ejemplo: señalética y balizamiento específico por tipología, medidas de programación semafórica, técnicas de conducción, entre otras.

Figura 4-17. Ejemplo ilustrativo del cálculo de la velocidad comercial para dos viajes en rutas diferentes.



Fuente: Elaboración propia.

## Datos necesarios

El cálculo de la velocidad comercial solo necesita de datos de la oferta ejecutada, en la forma de distancia recorrida por viaje y del tiempo necesario para completar el recorrido del punto inicial al final.

Para la extensión total del trayecto de cada ruta se puede recurrir a diversas fuentes posibles: sistemas de información geográfica de la red vial con la secuencia de tramos del itinerario completo, procesamiento de secuencia de registros completos de GPS de punta a punta del recorrido, o muestras de registros de odómetro. Un aspecto fundamental, fuente común de problemas y dificultades para el análisis consistente de datos operacionales, es asegurar la organización de esas informaciones en bases de datos actualizadas y con codificación consistente y comprensible de cada línea, ruta, servicio o ramal, vinculadas a sus respectivos itinerarios.

Mientras que la información sobre los trayectos es mucho más constante a lo largo del tiempo, los datos referentes al tiempo total de recorrido de punta a punta pueden variar a cada viaje, lo que requiere insumos detallados para cada despacho. Esos horarios de partida y de llegada pueden obtenerse de diversas formas, pero en función de esa característica requieren un cuidado mayor para capturar de forma consistente la variabilidad para un mismo itinerario, sea entre las diferentes horas del día, como también por la estacionalidad semanal (días hábiles, sábados, domingos, feriados) o anual (para considerar períodos de vacaciones escolares, en los casos donde tienen efecto significativo). **Los sistemas AVL constituyen una fuente muy útil para esta finalidad, brindando extensas series históricas para producir muestreos para todas las situaciones típicas de cada ruta. En la imposibilidad de utilizar registros automáticos de localización de la flota, otras fuentes, aunque de menor confiabilidad, pueden ser usada como substitutos, como por ejemplo levantamientos específicos con equipos de GPS o por registro manual o registros regulares de fiscalización con anotación de horario de despacho y de llegada.**

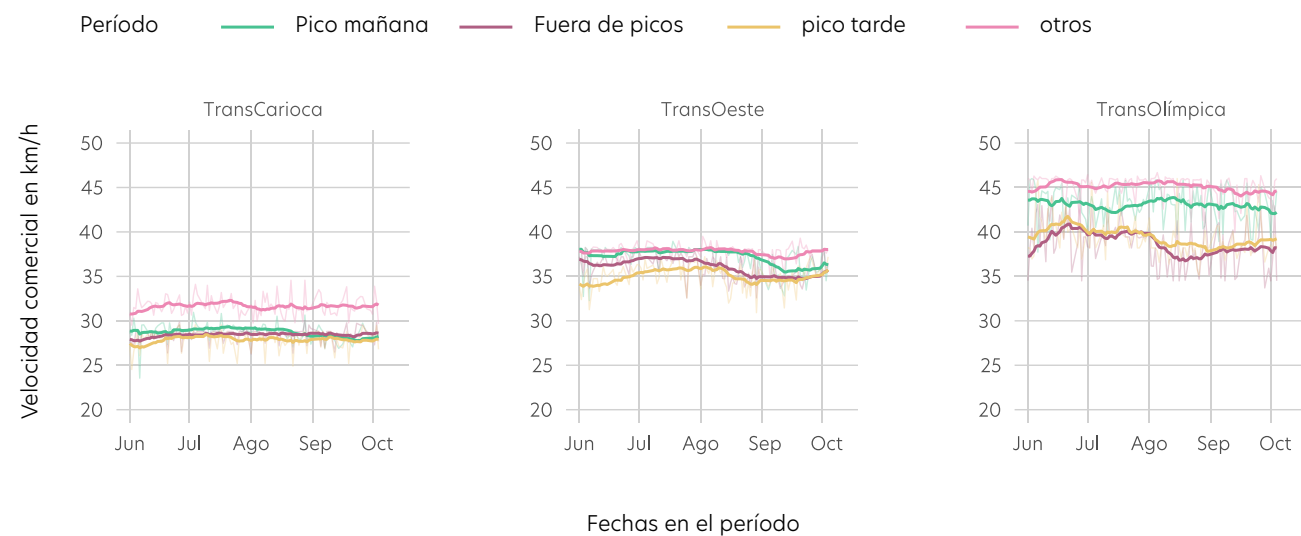


## Ejemplo de aplicación: Velocidad comercial

Para fines de ilustración, se utilizaron datos del BRT de la ciudad de Rio de Janeiro referentes a un período de algunos meses a lo largo de 2021, representando un escenario donde los patrones de movilidad y operación ya estaban afectados por la pandemia.

### NIVEL ESTRATÉGICO

Figura 4-18. Aplicación en nivel estratégico del indicador de velocidad comercial de la línea o servicio para diferentes corredores del sistema de BRT de Rio de Janeiro, para el período de Junio hasta Octubre de 2021

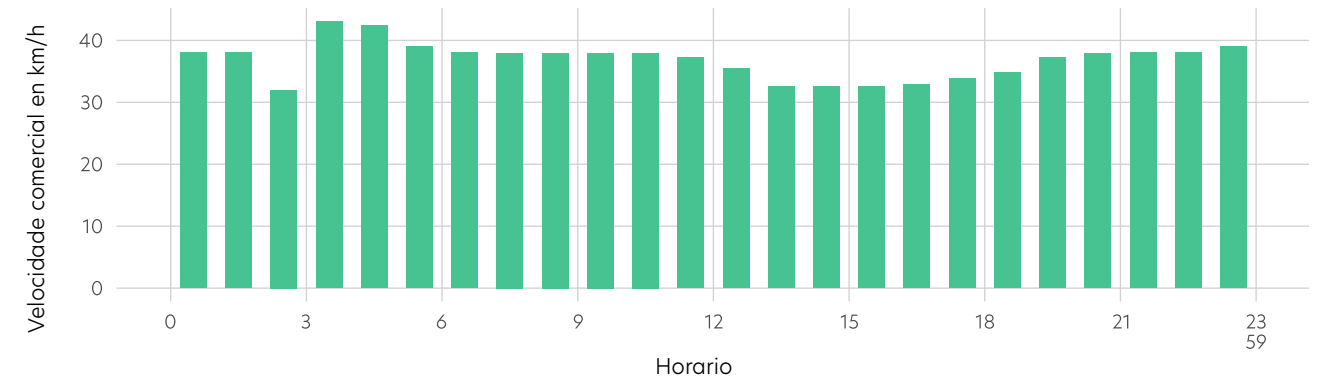


- De manera general, los tres corredores presentan niveles de velocidad comercial muy diferentes entre sí, donde el TransCarioca tiene velocidades comerciales más bajas y el TransOlimpica, la más altas. Una posible explicación para esas diferencias, presentes en todos los períodos, es que la propia estructura de los corredores - especialmente la distancia entre estaciones - ofrece o no condiciones para mayores velocidades.
- Para todos los corredores, los períodos de velocidad comercial promedio más baja ocurren durante el pico en la tarde y fuera de pico.
- De manera general, la velocidad comercial promedio permanece estable para todo el período de análisis, con la excepción de una leve tendencia de reducción para los corredores TransOeste y TransOlimpica durante el mes de agosto.

Fuente: Elaboración propia, utilizando datos del BRT de Rio de Janeiro.

### NIVEL TÁCTICO

Figura 4-19. Aplicación en nivel táctico del indicador de velocidad comercial de la línea o servicio para el corredor TransOeste del sistema de BRT de Rio de Janeiro, utilizando datos de días hábiles de Agosto de 2021

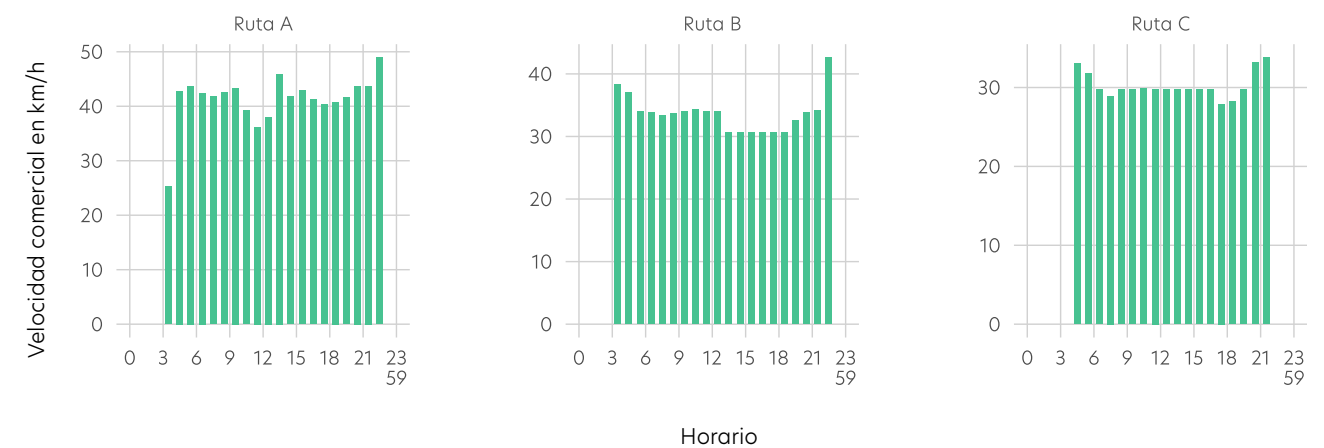


- La velocidad comercial promedio en el corredor TransOeste se aproxima de 40km/h a lo largo de gran parte del día, con las reducciones más significativas entre las 13h y las 17h, posiblemente en función de la variación de las condiciones operacionales, de la demanda, y de la combinación de servicios que operan en los picos y fuera de los picos, con utilización de menos servicios expresos y más paradores (típicamente más lentos).

Fuente: Elaboración propia, utilizando datos del BRT de Rio de Janeiro.

### NIVEL OPERACIONAL

Figura 4-20. Aplicación en nivel operacional del indicador de velocidad comercial de la línea o servicio para diferentes rutas del corredor TransOeste del sistema de BRT de Rio de Janeiro, utilizando datos de días hábiles de Agosto de 2021



- Las distintas rutas que operan en el corredor presentan niveles de velocidad comercial diferentes entre sí, lo que puede ser explicado por diferencias en su itinerario (por ejemplo, por cuales estaciones recorren y la distancia entre ellas) e incluso por los patrones de demanda. Servicios expresos y semi-expresos típicamente tienen velocidad comercial más elevada que servicios paradores y que cubren tramos de los corredores con mayor densidad de estaciones.
- Sin embargo, presentan un patrón de variación bastante similar en términos de evolución a lo largo del día, con el período crítico ocurriendo después del mediodía.

Fuente: Elaboración propia, utilizando datos del BRT de Rio de Janeiro.

## 4.2.2 Velocidad por tramo

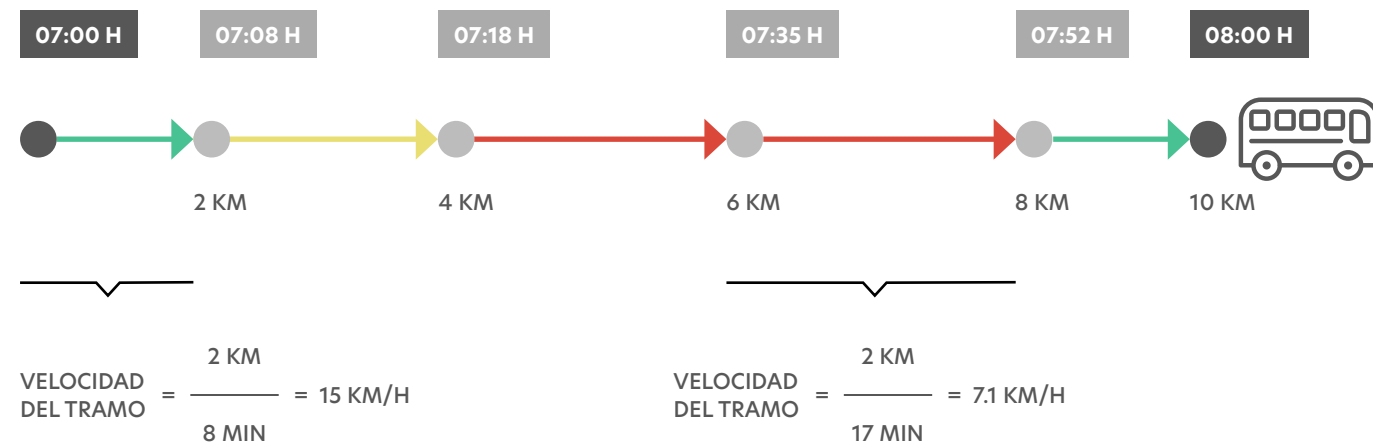
### ¿Qué es y cómo calcularla?

La lentitud en la circulación de los buses perjudica a las personas usuarias, incrementando la duración de sus desplazamientos, y también a los prestadores de servicio, ya que cuanto más baja la velocidad, mayor es la flota requerida para brindar la capacidad necesaria. Por ese motivo, identificar los puntos críticos de velocidad es un elemento fundamental para priorizar y orientar acciones que mejoren la competitividad del transporte público frente a au-

tos y motos, que optimicen costos de capital y de operación de los sistemas.

**Así, medir la velocidad en cada tramo de la red sirve para identificar los lugares donde los buses enfrentan mayores dificultades de circulación, interferencias del tránsito mixto, demoras por filas, saturación de paradas y embotellamientos, entre otros nodos críticos del sistema y cuellos de botella.**

Figura 4-21. Ejemplo ilustrativo del cálculo de la velocidad entre tramos para un viaje.



Fuente: Elaboración propia.

Este indicador es más relevante en sistemas abiertos/convencionales de buses debido a la interacción constante entre los buses y el tránsito mixto. Sin embargo, también es importante en sistemas de BRT para identificar posibles situaciones de atención como filas por saturación de oferta en estaciones, necesidad de sincronización semafórica y/o fiscalización de tránsito en ejes con mayores interferencias de tránsito, entre otros.

En un nivel más estratégico, agregando, por ejemplo, mayores períodos de tiempo (meses o años de observaciones) para un mismo tramo, el indicador puede apuntar problemas "crónicos" para la circulación de buses. Esto es, tramos donde la circulación es sistemáticamente perjudicada por la interacción con el tráfico mixto o, para sistemas de BRT, donde la capacidad es inferior al flujo de vehículos demandados.

En el nivel táctico, es posible, entre otras posibilidades, agregar intervalos de tiempo menores (los últimos 15 o 30 días, por ejemplo) para identificar tendencias en las condiciones de circulación de los buses en la red. Esto puede anticipar problemas como aquellos citados anteriormente y también componer una rutina de monitoreo.

Por fin, en su nivel operacional, agregaciones más específicas son posibles, como: analizar la velocidad entre tramos de una línea o grupo de líneas (para entender el impacto de los patrones de demanda y tiempos en parada), y aun analizar cada viaje para identificar/investigar eventos específicos, como fallas mecánicas.

### Datos necesarios

El principal dato necesario para calcular este indicador son los datos de localización vehicular automatizada (AVL, en inglés), obtenidos comúnmente a partir de los equipamientos de GPS instalados a bordo de los vehículos.

Es necesario que los datos de AVL sean confiables, con posiciones y horarios correctos, así como con pocas fallas en las transmisiones. Es importante también que los intervalos de transmisión de datos sean suficientemente cortos para compatibilizar con los tramos donde se desea mensurar la velocidad: para menores tramos y/o mayores velocidades (como en sistemas de BRT), menores deben ser los intervalos de transmisión. Cuanto mayor la granularidad de los registros de localización y tiempo, mayor confiabilidad y precisión se obtendrá en definir segmentaciones de las rutas o corredores de acuerdo con patrones operacionales similares (definiendo, así, tramos homogéneos para efectos de análisis sistemático y comparabilidad).

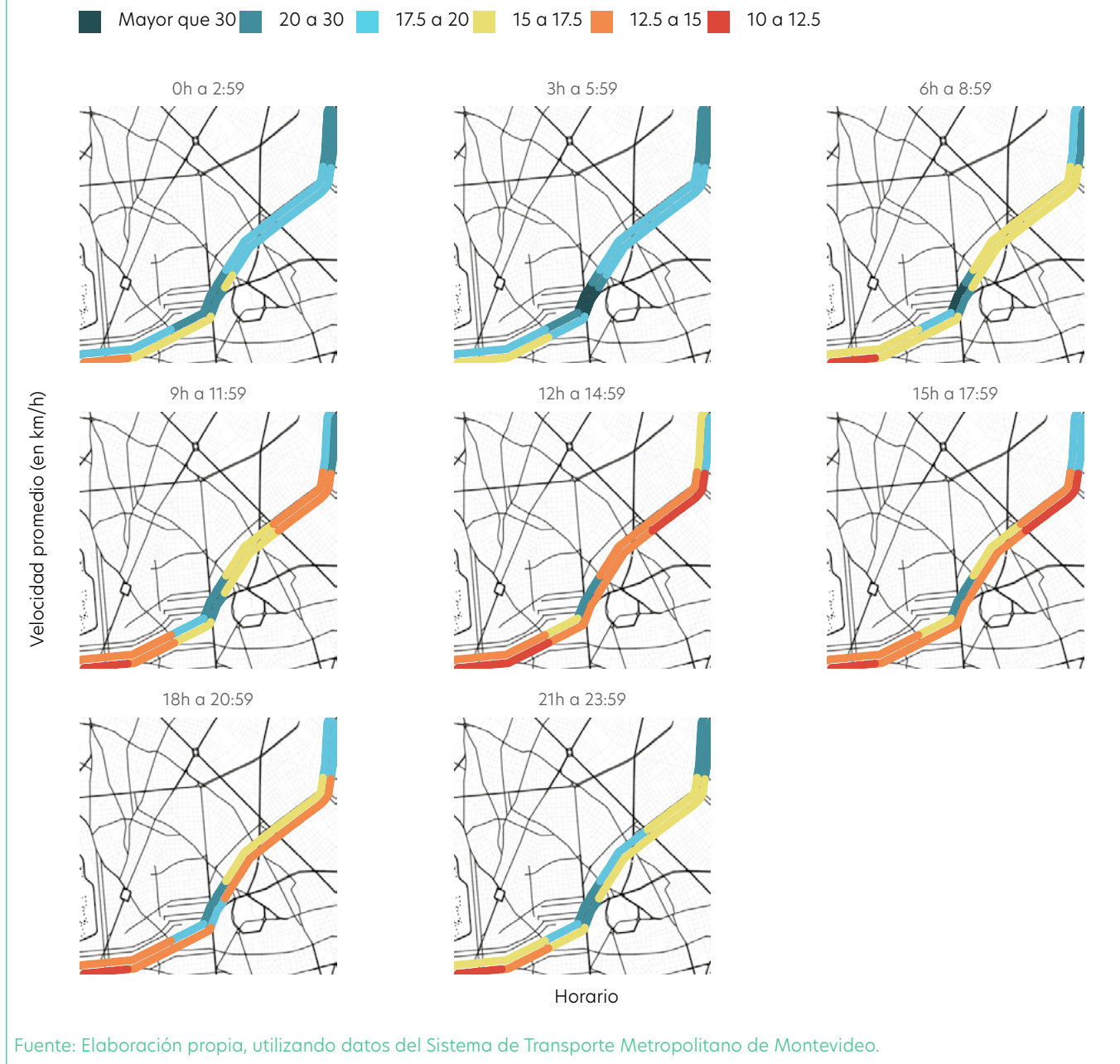
Además de eso, es también deseable tener informaciones actualizadas y confiables acerca de los itinerarios de las líneas analizadas para auxiliar en el procesamiento de los datos de AVL, compatibilizar y estandarizar los registros de localización geográfica en términos de ubicación de los vehículos con relación al trayecto de la respectiva ruta.

## Ejemplo de aplicación: Velocidad por tramo

Como ejemplo de aplicación, se utilizaron datos del sistema de buses convencionales de Montevideo. Las velocidades en la red son analizadas específicamente para las Avenidas 18 de Julio y 8 de Octubre, que representan dos de los principales ejes de transporte de la ciudad.

### NIVEL ESTRATÉGICO

Figura 4-22. Aplicación en nivel estratégico del indicador de velocidad promedio por tramo o corredor para el sistema convencional de transporte por buses de Montevideo en las avenidas 18 de Julio y 8 de Octubre, en un período durante la pandemia

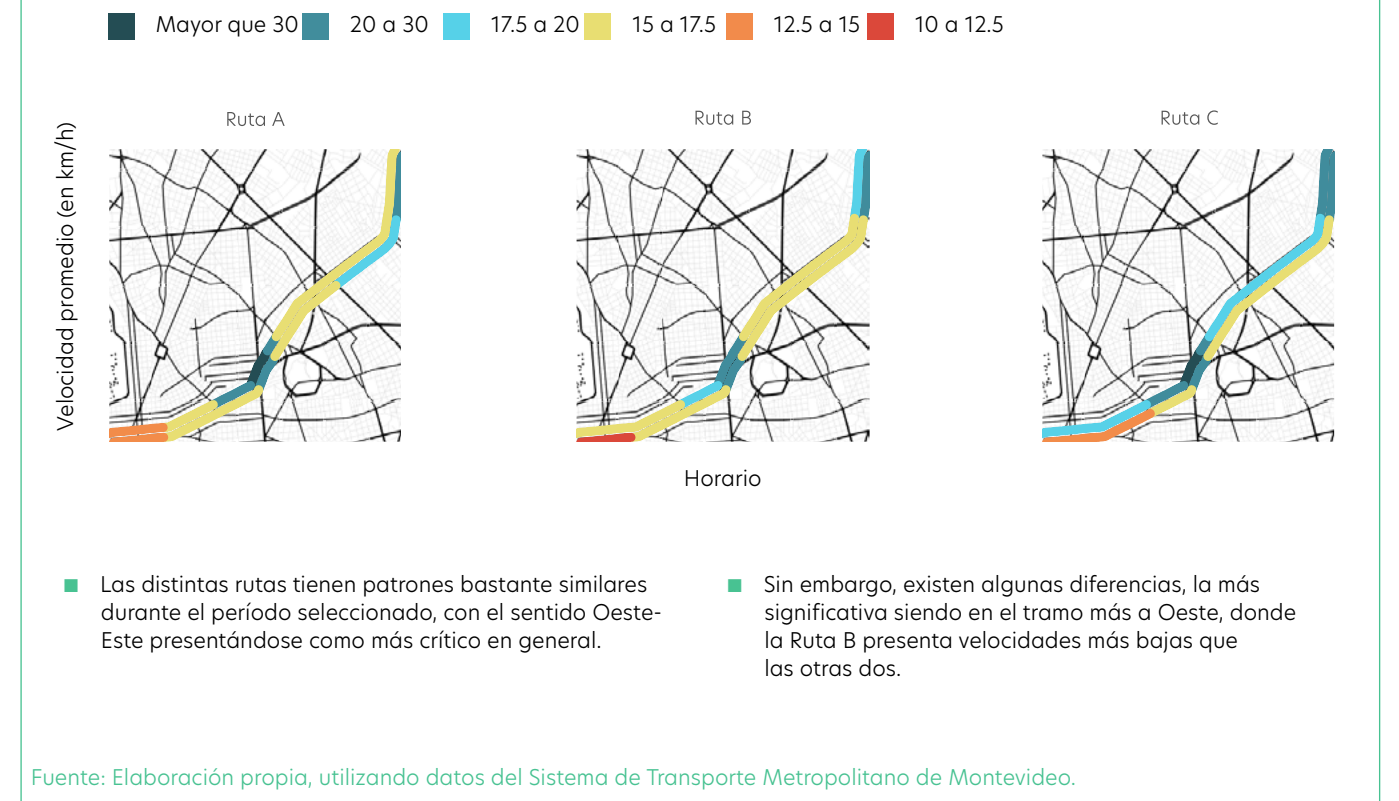


A partir del análisis en nivel estratégico, se observa:

- Que, a lo largo del día, los principales cuellos de botella están presentes desde 9h hasta las 21h, con el período más crítico ocurriendo después del mediodía,
- Que, de manera general, el sentido Oeste-Este es más crítico que la dirección opuesta, con mayor parte del corredor con velocidades más bajas y durante más tiempo. Sin embargo, en el sentido Este-Oeste también hay partes con velocidades críticamente bajas, en especial después del mediodía hasta las 21h.

### NIVEL OPERACIONAL

Figura 4-23. Aplicación en nivel operacional del indicador de velocidad promedio por tramo o corredor para rutas específicas del sistema convencional de transporte por buses de Montevideo en las avenidas 18 de Julio y 8 de Octubre, en el período pico de la mañana (6h a 9h) en el escenario en pandemia.



## 4.2.3 Tiempos de viaje de los pasajeros

### ¿Qué es y cómo calcularlo?

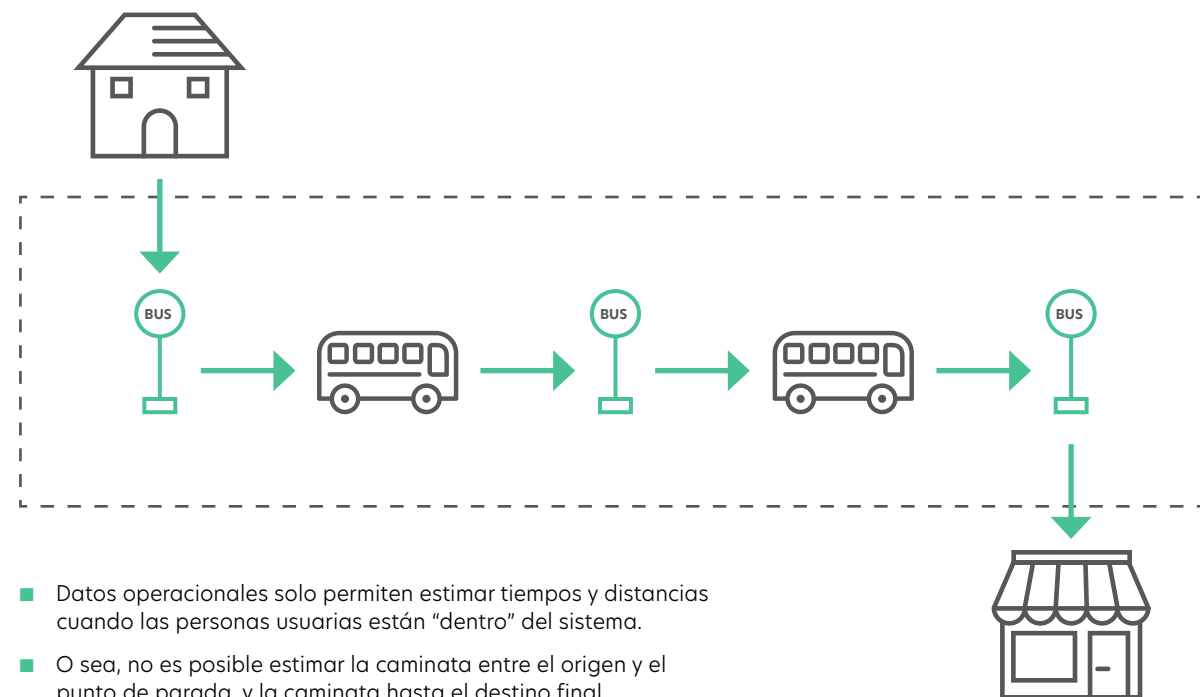
Desde la perspectiva de las personas usuarias, uno de los factores clave de la calidad de servicio es el tiempo de sus viajes, directamente relacionado con la calidad en la experiencia de utilizar el sistema de transportes y con su competitividad frente otros modos. El tiempo de viaje de los pasajeros como indicador es también ampliamente utilizado en evaluaciones de proyectos como referencia de la función de utilidad de los pasajeros y como uno de los principales parámetros para medir los beneficios.

Considerando los desplazamientos desde el origen hasta el destino final, usualmente el tiempo de viaje puede ser separado entre el tiempo de caminata de/hasta el punto de parada o estación, el tiempo de espera y en transbordos, y el tiempo en los vehículos. La medición del desglose de todos esos

tiempos en general depende de levantamientos detallados basados en muestreos de cadenas de viajes, como las encuestas domiciliarias de movilidad o, más recientemente, en recolección de datos a través de apps que registran automáticamente esos desplazamientos y facilitan el armado de bases de datos con esas cadenas de desplazamientos diarios. Sin embargo, esas fuentes de información no ofrecen datos con tanta frecuencia de actualización y dependen esfuerzos de recopilación (y costos de inversión) específicos.

En contrapartida, los datos generados automáticamente por sensores del sistema, como los sistemas de cobro y AVL, ofrecen una alternativa con menos variables de caracterización de los individuos y de la cadena de viaje, pero con un gran volumen de

Figura 4-24. Ilustración de la limitación de los datos operacionales, que solo permiten estimar el trayecto de las personas dentro del sistema y, en contrapunto, no es posible estimar los trayectos de acceso y egreso al sistema.



Fuente: Elaboración propia.

información y series históricas que permiten calcular indicadores periódicamente para monitoreo y evaluación de algunos de esos componentes del tiempo de viaje.

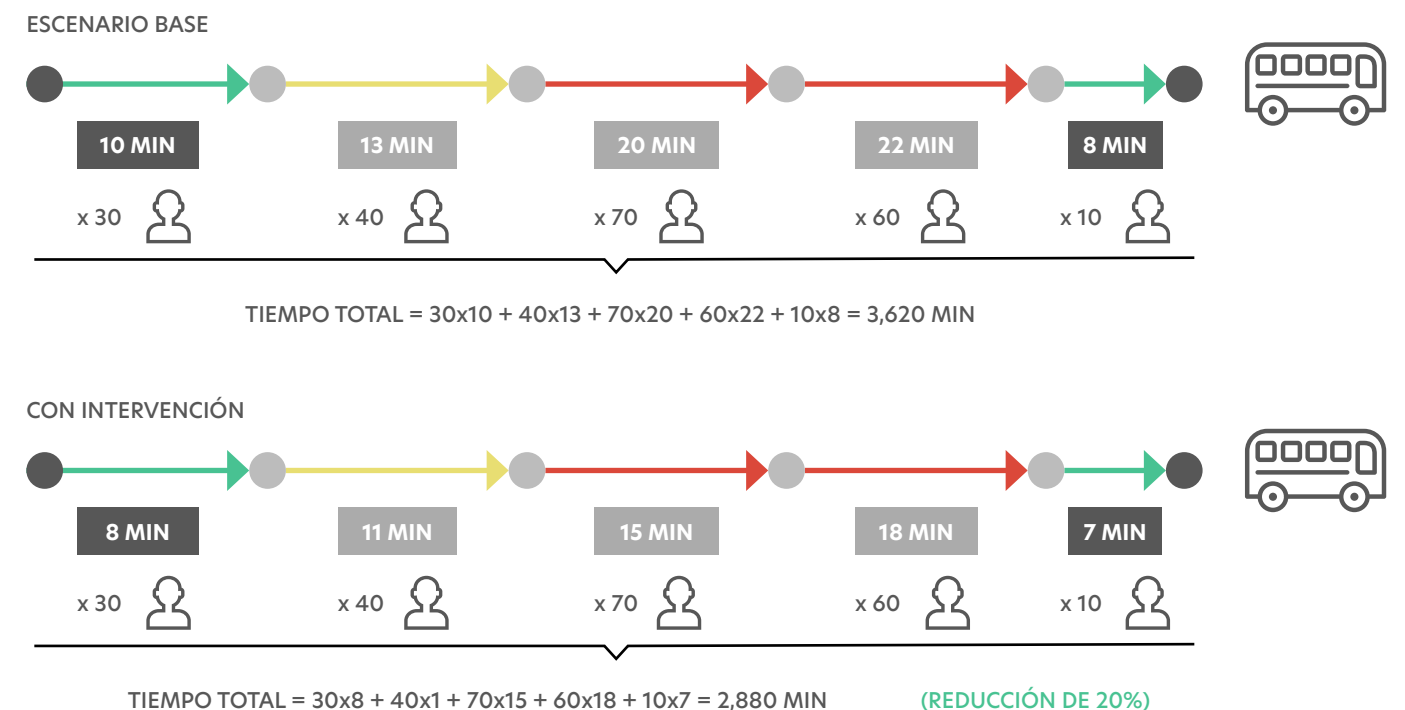
Si bien los datos de demanda y de oferta ejecutada usualmente permiten estimar o inferir apenas el tiempo en vehículos y en transbordos de manera más directa y confiable (cuando las personas usuarias efectivamente ingresan y salen del sistema), esa parte comúnmente representa el principal componente del tiempo total de viaje en grandes ciudades. Así, este indicador puede ser comprendido como una combinación entre los patrones de distribución de velocidad (para diferentes rutas, tramos en la red y a lo largo del tiempo) y los patrones de demanda. Esto es, ponderando los períodos y tramos de diferentes velocidades por la cantidad de personas que circulan en cada porción del sistema.

Para calcular el agregado de tiempos en vehículo para un tramo y período específicos, es necesario

multiplicar el flujo de demanda por la duración del recorrido en cada uno de ellos. Alternativamente, es posible también utilizar la ocupación promedio en el tramo y el tiempo promedio para atravesarlo, multiplicado por la cantidad de vehículos.

Este indicador generalmente se utiliza para comparar las situaciones antes y después de una intervención que busca mejorar los tiempos de viaje. Puede ser utilizado para todo tipo de sistema: desde metros y trenes, corredores exclusivos o carriles preferenciales. Por ejemplo, para la implantación de un BRT, tren, metro o de carriles exclusivos en un corredor típicamente se calcula el ahorro de tiempo de viaje que ese proyecto generará a los pasajeros. Lo más común es estimar apenas el tiempo de viaje entre los puntos de embarque y desembarque en el sistema, principalmente en función de restricciones de disponibilidad de datos más detallados sobre las cadenas de viaje completas desde el punto de origen hasta el destino final. Eso significa que, en los casos en donde haya cambios significativos

Figura 4-25. Ejemplo ilustrativo del cálculo del tiempo total en vehículo para una situación ficticia, considerando la combinación de informaciones de velocidad y demanda.



Fuente: Elaboración propia.

en los itinerarios y en la cobertura que afecten significativamente las distancias de caminata, es importante comprender adecuadamente las limitaciones de los análisis realizados. Pero más allá del margen de error que corresponda considerar en cada situación, existe un enorme potencial a explorar en este tipo de métricas para la evaluación del servicio y del beneficio potencial de acciones para mejorar la calidad.

En un nivel más estratégico, es posible analizar el conjunto de todas las rutas que recorren un corredor o eje de transporte, donde se puede también considerar horizontes temporales más largos incluso cuando son diferenciados por período del día (o sea, el tiempo promedio para un mes durante el pico en la mañana).

En un nivel táctico, por ejemplo, puede analizarse el tiempo de viaje agregado para diferentes tramos en el eje, auxiliando la identificación de los puntos donde hay más pérdidas de tiempo y/o donde los impactos estimados para una intervención son más significativos.

De manera aún más específica, es posible analizar el tiempo de viaje agregado rutas (o grupo de rutas, como en conjunto de las líneas expresas o de las paradoras), siempre y cuando los datos permitan hacer estimados confiables de como las personas se distribuyen en cada una de ellas.

## Datos necesarios

Similarmente al indicador anterior, los datos de localización vehicular automatizada (o similares que registren el instante y posición a lo largo del trayecto) son necesarios para calcular este indicador. Estos datos posibilitan el cálculo de los tiempos para cada tramo, así, es necesario que los datos de AVL sean confiables, con posiciones y horarios correctos, así como con pocas fallas o “brechas” en las transmisiones. Es importante también que los intervalos de transmisión de datos sean suficientemente pequeños para compatibilizar con los tramos donde se desea mensurar la velocidad: para menores tramos y/o mayores velocidades (como en sistemas de BRT), menores deben ser los intervalos de transmisión.

Además de eso, es fundamental calcular la cantidad de personas en cada tramo del eje, posibilitado a partir de estimativas que utilizan los datos de billeteaje (conforme discutido previamente en esta sección).

De esta manera, es importante que la base de datos contenga informaciones de horario y localización del embarque (o que permita su obtención por otras bases), así como informaciones acerca de la persona usuaria (resguardada su anonimidad) y cual vehículo y ruta utilizó en el momento.

## Ejemplo de aplicación: Tiempos de viaje de los pasajeros

Para ilustrar la aplicación de este tipo de indicador, se utilizaron datos del sistema convencional de buses de Montevideo y específicamente el contexto del eje de transporte compuesto por las avenidas 18 de Julio y 8 de Octubre, los mismos analizados en el ejemplo del indicador anterior (sección 4.2.2. Velocidad por tramo).

Se calcularon los indicadores para situación base, con la oferta existente, utilizando datos del STM suministrados por la Intendencia de Montevideo, bajo las condiciones de operación, desempeño y velocidades observadas en Agosto de 2019.

Para el escenario hipotético de intervención, se evaluó el impacto que resultaría de una mejora en la infraestructura de priorización vial para los omnibus ya presente en las avenidas, bien como refuerzo del control y fiscalización. Para esa evaluación, se asumió que la demanda se mantiene constante. Los incrementos en velocidad en ese escenario pueden ser obtenidos a través de:

(vía inversiones en tecnología, gestión y regulación) Es posible obtener incrementos en la velocidad de los buses por medio de intervenciones como (pero no limitadas a):

- Inversiones en tecnologías y procedimientos operativos y administrativos para reforzar el cumplimiento vía fiscalización electrónica, para reducir la cantidad de vehículos privados que circulan y paran en los carriles exclusivos;

- Optimización semafórica y priorización de paso para el transporte público para reducir el tiempo de los omnibus en las intersecciones, y
- Mejoramiento y reorganización de los puntos de parada para facilitar el ascenso y descenso simultaneo en los nodos de mayor demanda que generan filas y demoras en la operación del transporte público.

La mejora de desempeño se proyectó a partir de los datos observados, considerando que la intervención permite que los ómnibus alcancen y se mantengan en niveles altos de velocidad, pero dentro de lo observado como factible en las condiciones de operación real actuales. Para esto, se establece un factor de aumento para velocidades promedio en diferentes períodos y tramos del eje de transporte, calculado a partir de la razón entre el 85º percentil y la mediana. Por ejemplo:

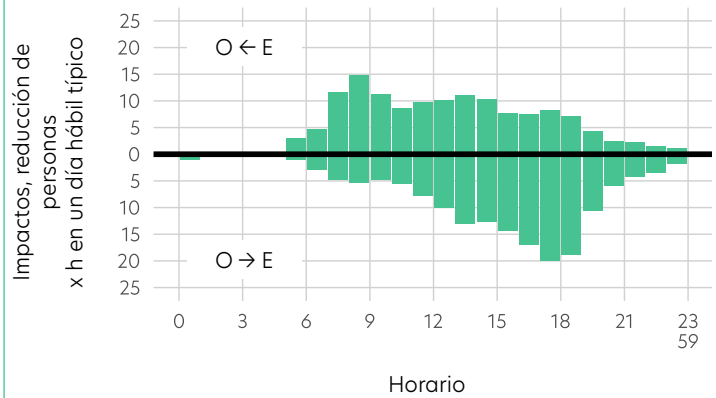
- Para un tramo de la avenida 18 de Julio donde observa que la velocidad mediana de los buses en el pico mañana es de 10 km/h y que el 85º percentil es de 15 km/h, se multiplica por 1.5 las velocidades promedio para cada paso identificado en este tramo y período.
- Para un tramo de la avenida 8 de Octubre donde se observa que la velocidad mediana de los buses en el período nocturno es de 18 km/h y que el 85º percentil es de 20 km/h, se multiplica por 1.11 las velocidades promedio para cada paso identificado en este tramo y período.



## Ejemplo de aplicación: Tiempos de viaje de los pasajeros (continuación)

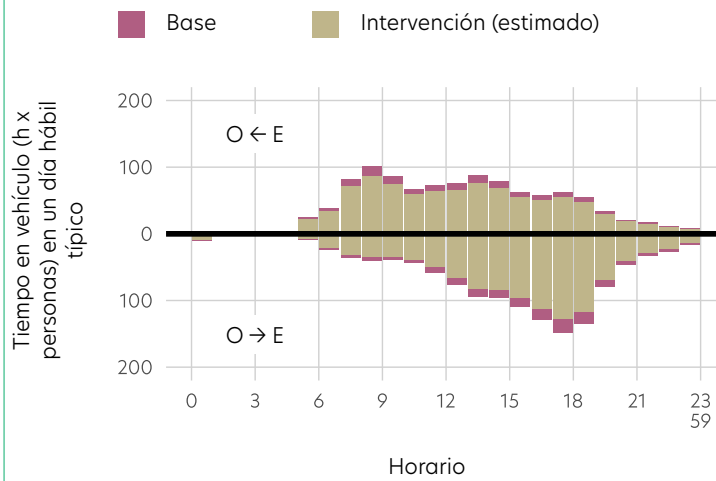
### NIVEL ESTRATÉGICO

Figura 4-26. Aplicación en nivel estratégico del indicador de tiempo gastado en vehículo por los pasajeros en un tramo o eje de transporte para el sistema convencional de transporte por buses de Montevideo, utilizando datos de Agosto de 2021 para simular impactos de una intervención en las avenidas 18 de Julio y 8 de Octubre



- En comparación con el sentido opuesto, el sentido Oeste-Este es el más crítico en términos de tiempo total en vehículo, especialmente de 16h a 19h, cuando ocurren las velocidades más bajas y probablemente también el pico de demanda. Sin embargo, el sentido Este-Oeste presenta cantidades importantes de tiempo total en vehículo, especialmente durante el período que se extiende desde la mañana hasta las 15h.

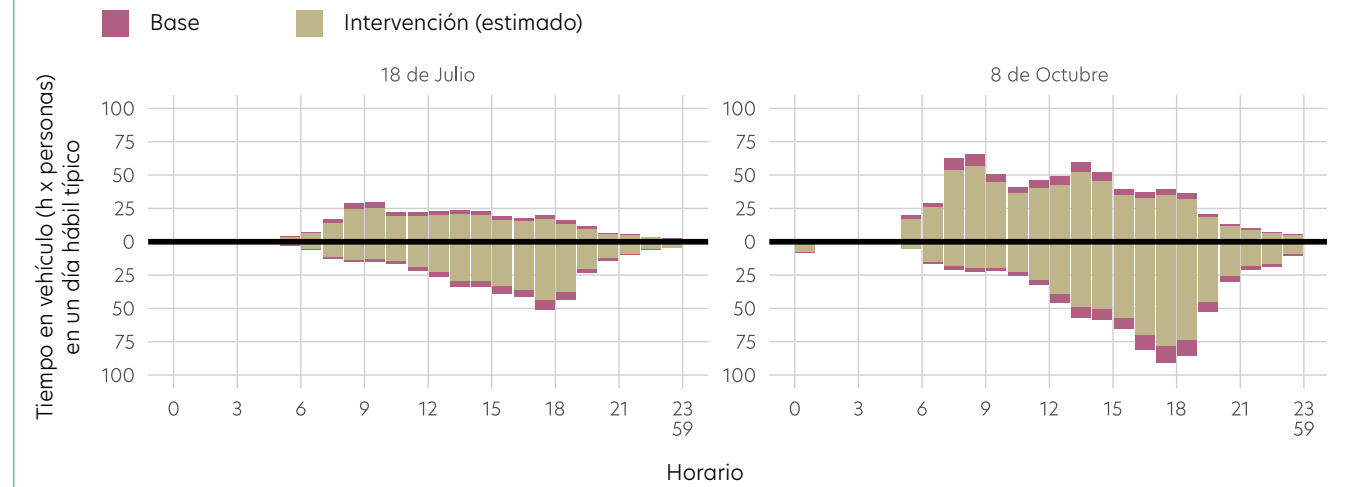
- Los beneficios estimados para la intervención presentan una distribución similar a los tiempos totales en viaje, o sea, con valores mayores para el sentido Oeste-Este (especialmente durante el pico en la tarde) y con el período de la mañana más relevante para el sentido Este-Oeste.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos del Sistema de Transporte Metropolitano de Montevideo.

### NIVEL TÁCTICO

Figura 4-27. Aplicación en nivel táctico del indicador de tiempo gastado en vehículo por los pasajeros en un tramo o eje de transporte para el sistema convencional de transporte por buses de Montevideo, utilizando datos de Agosto de 2021 para simular impactos de una intervención en las avenidas 18 de Julio y 8 de Octubre.



- La suma de los tiempos en vehículo es considerablemente mayor para la avenida 8 de Octubre cuando comparados con la avenida 18 de Julio (ya que concentra más líneas, más pasajeros y mayor extensión total), así como las reducciones en potencial para esta intervención. En un análisis para la evaluación de proyectos y priorización de acciones,

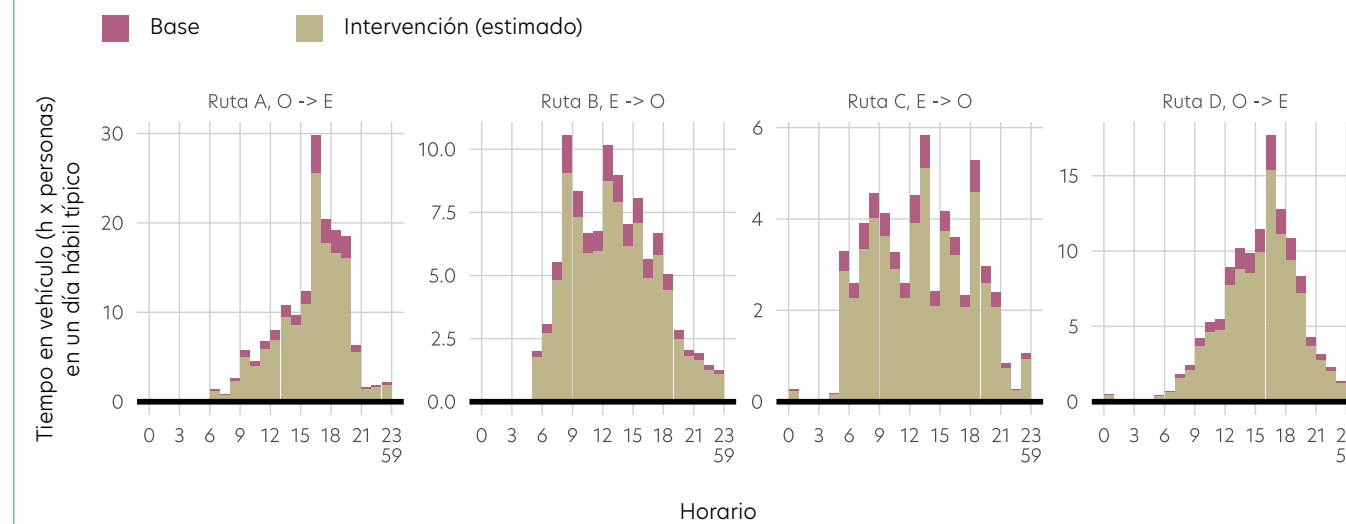
eso podría indicar que la intervención en 8 de Octubre genera más beneficios y, por lo tanto, puede ser la alternativa más recomendable o priorizada respecto a las demás.

- La distribución a lo largo del tiempo demuestra patrones similares entre sí y al patrón del eje como un todo.

Fuente: Elaboración propia, utilizando datos del Sistema de Transporte Metropolitano de Montevideo.

### NIVEL OPERACIONAL

Figura 4-28. Aplicación en nivel operacional del indicador de tiempo gastado en vehículo por los pasajeros en un tramo o eje de transporte para el sistema convencional de transporte por buses de Montevideo, utilizando datos de Agosto de 2021 para simular impactos de una intervención en las avenidas 18 de Julio y 8 de Octubre.



- Es posible observar a partir del nivel operacional que los tiempos agregados en vehículo varían bastante entre

las distintas rutas, lo que es explicable por su relación con los patrones de demanda y mismo de itinerario.

Fuente: Elaboración propia, utilizando datos del Sistema de Transporte Metropolitano de Montevideo.

## 4.3 Ocupación vehicular

La ocupación vehicular constituye uno de los factores clave para la calidad del servicio, y también uno de los principales desafíos que los sistemas de transporte público en América Latina enfrentan para transformarse en una opción de transporte satisfactoria y una alternativa atractiva frente al automóvil. **La pandemia de COVID-19 dejó todavía más explícita la importancia de darle la debida atención a la ocupación de los buses, obligando a las ciudades a reorganizar el servicio y mantener una oferta suficiente para evitar o reducir el hacinamiento en los vehículos.**

La mayoría de los modelos de concesión de transporte público de América Latina genera incentivos económicos para atender a la demanda con los menores costos posibles, lo que típicamente resulta en vehículos llenos (muchos sistemas planifican la capacidad de sus rutas con 6 pax/m<sup>2</sup>, que ya es una ocupación de pésima calidad de servicio, la cual además es superada en la práctica en función de los diversos factores que comprometen la calidad ofertada). En función de eso, gran parte de la atención en el monitoreo del balance oferta-demanda se concentra en medidas como el índice de pasajero por kilómetro (IPK), que, además de su simplicidad de cálculo que facilita su adopción sistemática, es una herramienta con la finalidad de medir la productividad de la flota y no la calidad de servicio. Un indicador de interés para los prestadores de servicio, con una perspectiva inmediatista de corto plazo para equilibrar costos e ingresos.

Sin embargo, la creciente disponibilidad de datos operacionales en gran volumen y de manera continua, permite medir los niveles de ocupación con cada vez mayor confiabilidad y nivel de detalle, pero bajo una perspectiva de interés para las personas usuarias. A partir del cruce de los datos del sistema de cobro y de la localización automática de la flota (AVL), cuando disponibles en suficiente detalle y desagregación temporal y espacial, es posible calcular un conjunto muy importante de indicadores relacionados al balance entre demanda y oferta para diversas finalidades: monitoreo y control operacional, evaluación del servicio, planificación de corto y de largo plazo, información a usuarios, y apoyo a la tomada de decisión.

Considerando el contexto de este capítulo, que se propone a utilizar datos operacionales para calcular indicadores de calidad ofertada, se presentan ejemplos de aplicaciones de dos grandes grupos de indicadores para monitorear las condiciones de ocupación:

**La distribución de los niveles de ocupación vehicular promedio en el tiempo (hora a hora) y en el espacio (en cada tramo de las rutas).**

**Los tiempos de viaje que los pasajeros gastan en cada nivel de ocupación.**

### 4.3.1 Distribución de los niveles de ocupación

#### ¿Qué es y cómo calcularla?

**La ocupación vehicular varía a lo largo del trayecto y a lo largo del tiempo. Para comprender el nivel de servicio ofrecido a los pasajeros es importante evaluar la distribución de los niveles de ocupación en diferentes tramos de las rutas y también su variación en cada período del día.** Para eso, existen distintas maneras de visualizar los indicadores de ocupación, que permiten identificar diferentes puntos críticos y cuellos de botella de la red de transporte, en donde la capacidad ofertada es insuficiente para atender a la demanda.

En algunos casos que cuentan con sistemas de información y procesamiento de datos más complejos y sofisticados es posible inferir la cantidad de pasajeros de cada vehículo, pero son excepciones. En la gran mayoría, el monitoreo a través de datos de sensores automáticos del sistema (AVL, billeteaje) permite evaluar niveles de ocupación promedio. En ese sentido, es necesario tener en cuenta que cuando nos referimos a la ocupación vehicular no se está hablando de la saturación de cada vehículo, sino de la proporción entre el volumen de pasajeros y la capacidad total ofertada en un determinado tramo de la ruta o corredor en una determinada hora. Naturalmente, otros factores también afectan las condiciones específicas de cada vehículo, como la regularidad de paso, que debe ser objeto de atención por parte del control operacional, o la oscilación de la demanda real respecto al promedio esperado en cada estación. Pero más allá de esas variaciones observadas en la operación, el sistema debe buscar definir su oferta para atender la demanda prevista de pasajeros en niveles de servicio adecuados.

**Así, estos indicadores buscan representar cómo la ocupación promedio de cada tramo se distribuye a lo largo del día para cada trayecto, lo cual permite evaluar, por ejemplo, si la oferta entregada es suficiente para asegurar la calidad de servicio planificada.**

Generalmente la ocupación vehicular promedio por tramo se calcula para cada ruta o grupo de servicios que atienden a la misma demanda o comparten gran parte del trayecto. Para sistemas de BRT y corredores troncales de transporte público, sin embargo, también puede ser de gran utilidad calcular este tipo de indicador de manera agregada para varios servicios que operen en un determinado eje, pudiendo separarlos, por ejemplo, por diferentes características (entre paradoras y expresas, por tipo de vehículo o por región atendida).

Para los servicios más frecuentes, con intervalos de hasta 10 o 12 minutos entre buses, se puede calcular la ocupación promedio para cada hora del día. Para servicios más esporádicos debe optarse por agregar en períodos un poco más largos con patrones de demanda similares (por ejemplo, pico mañana, entre picos, pico tarde, fuera de pico) o, en casos de rutas con servicios puntuales con pocas partidas a lo largo del día, asociar la demanda a cada partida individualmente.

En términos de su distribución espacial, es posible representar gráficamente el indicador a partir de un mapa, considerando un intervalo específico en el día y representando los niveles de ocupación promedio como valores a lo largo del trayecto con base en su localización geográfica; o, alternativamente, a partir de un gráfico o figura esquemática que represente los tramos ordenados secuencialmente. Esa segunda opción abre la posibilidad de generar un mosaico o mapa de calor, representando simultáneamente la distribución espacial y la temporal en cada uno de los dos ejes.

Figura 4-29. Ejemplos esquemáticos de la visualización de los niveles de ocupación en forma de mapas para cada hora (izq.) y de mosaicos que integran todos los tramos y todas las horas del día (derecha).



Fuente: Elaboración propia.

Cada alternativa (ambas ilustradas en el ejemplo de esta sección), tiene ventajas diferentes sobre la otra dependiendo de las necesidades analíticas. El mapa ofrece una interpretación más clara y comunicable del trayecto, posibilitando la visualización de la saturación de cada tramo en su respectiva ubicación geográfica, pero cada mapa muestra apenas un único intervalo de tiempo. El mosaico, por otro lado, requiere mayor nivel de abstracción (menor comunicabilidad para un público no especializado) pero ofrece un panorama completo del nivel de servicio en todo el trayecto a lo largo de cada hora del día, combinando de manera eficiente la distribución espacial y la temporal en una única representación gráfica.

## Datos necesarios

Para calcular este indicador, se requiere la combinación de datos de oferta y de demanda. **Para la capacidad ofertada es necesario tener el número de vehículos que pasaron en cada tramo (por sentido), para cada hora (u otro intervalo de tiempo utilizado), diferenciados por tipo de vehículo y, preferentemente, por ruta o servicio.** Eso puede obtenerse a partir de los registros de AVL. En su ausencia, es posible realizar inferencias a partir del registro de paso de vehículos (con datos de hora, ubicación del puesto de control, tipo de vehículo y la respectiva ruta o servicio), pero con resultados de menor precisión y confiabilidad.

**Con relación a los datos de demanda, es necesario obtener la cantidad de pasajeros que pasan por tramo (en cada sentido) y por horario, diferenciando las respectivas por ruta o corredor (dependiendo de lo que se desea analizar).** Es importante notar que no basta tener apenas el número de pasajeros que embarcan en cada estación o punto de parada, sino el flujo total de personas desplazándose en cada sentido, de manera que permita calcular la relación entre ese volumen de demanda y la capacidad ofertada para obtener la ocupación promedio. Ese aspecto puede parecer simple a primera vista, pero representa uno de los principales desafíos técnicos, ya que los sistemas de pago - de donde se pueden obtener datos automatizados y continuos de demanda - en general poseen solamente registro de entrada en el sistema, es decir, el punto de ingreso (en estaciones) o las coordenadas de validación (en sistemas con equipo de pago a bordo). Existen técnicas que permiten inferir el punto y el horario de desembarque a partir del procesamiento de esos datos. En resumen, cada tipo de sistema (cerrado o abierto) tiene ventajas y desventajas para generar los datos demanda para el análisis de ocupación vehicular:

- Para sistemas de BRT, metros y trenes, donde los pasajeros ingresan al sistema a través de estaciones con validadores externos, es más difícil identificar la ruta específica que cada persona utiliza, pero es posible inferir indirectamente los volúmenes de demanda.
- Para sistemas abiertos, aunque la ruta utilizada normalmente es identificada en los registros de billetaje, la inferencia de los puntos de embarque y desembarque es más compleja.

En todos esos casos, tanto para la oferta como para las diferentes modalidades de datos de demanda, es importante contar con series históricas de datos para sacar el mejor provecho de los grandes volúmenes de información generada automáticamente y obtener mayor confiabilidad y precisión en los resultados.

## Ejemplo de aplicación: Distribución de los niveles de ocupación

Se utilizaron datos de Metrobús (el sistema BRT de la CDMX) para ilustrar la aplicación de este indicador, comparando los escenarios para la Línea 1 antes de la pandemia (mayo de 2019) y ya después de su inicio, pero en un período de reapertura (mayo de 2021). Además de eso, se muestran las dos representaciones del indicador - como mapa y como mosaico -, de forma a evidenciar la complementariedad de ambos abordajes. Los niveles de ocupación están presentados como porcentaje de la capacidad nominal utilizada para la flota en ese sistema, con 6 pasajeros por metro cuadrado. Cabe aclarar que eso no significa que ese parámetro represente una calidad de servicio deseada ni satisfactoria, pero apenas una referencia para presentación de los resultados con base en los niveles comúnmente utilizados en muchos sistemas de transporte público en América Latina (y constatados en campo diariamente, con buses cuyas ocupaciones frecuentemente incluso exceden esa densidad de pasajeros). Las estrategias para mejorar la calidad de servicio, discutidas en el capítulo 5, apuntan justamente a eliminar o reducir al máximo las situaciones en que los sistemas transportan a sus usuarios en esas condiciones.

### MAPA

Figura 4-30. Aplicación del indicador de nivel de ocupación promedio en la hora pico mañana para diferentes tramos de los corredores del sistema de BRT Metrobús, en Ciudad de México, utilizando datos del mes de Mayo 2019 (escenario prepandemia) y de Mayo 2021 (escenario en pandemia).

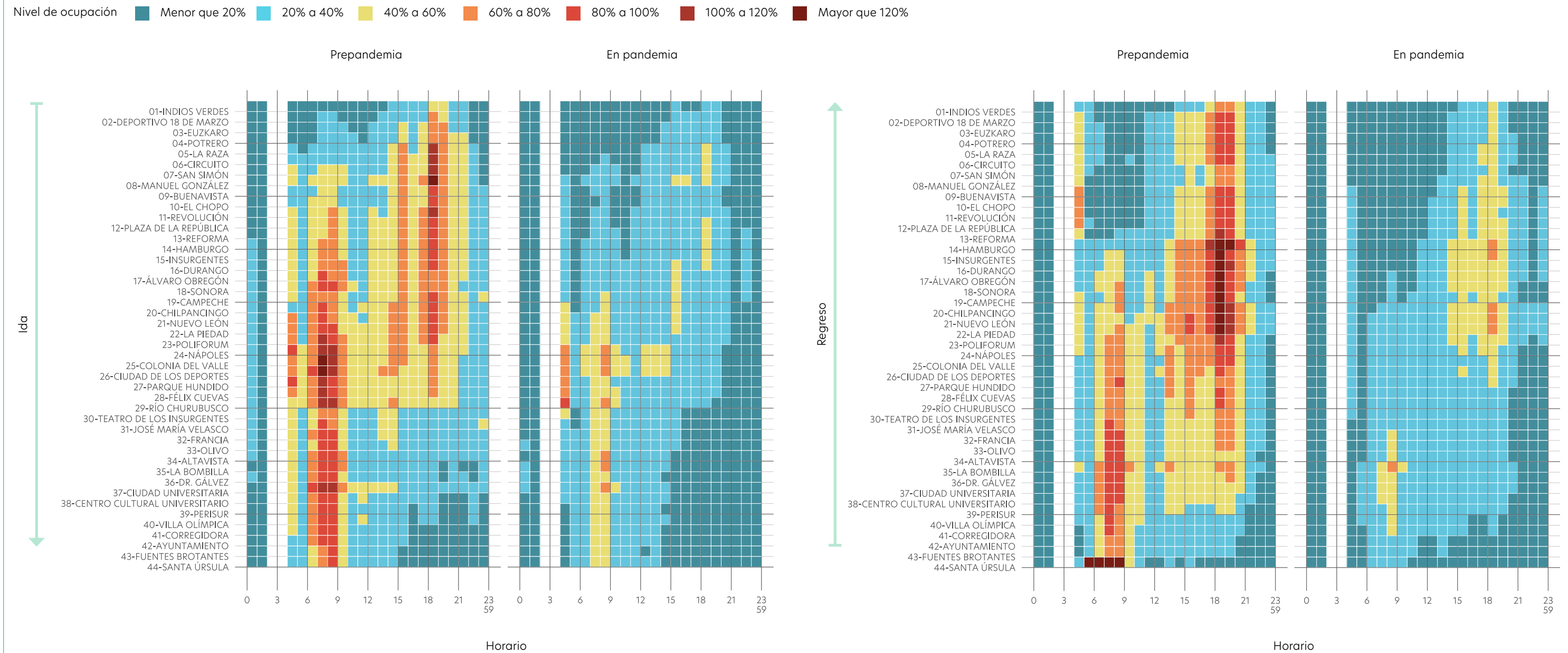


Analizando el indicador, se observa que:

- La Línea 1 (el corredor que atraviesa el lado oeste de la ciudad con itinerario norte-sur) es una de las más cargadas y, aunque con mayor oferta relativa, presentan los mayores niveles de ocupación promedio por tramo en el período analizado.
- Es posible observar, a partir de la espacialización de la relación entre demanda y oferta, los diferentes patrones de desplazamiento por sentido. Mientras el sentido de ida de la L1 (norte a sur), por ejemplo, presenta altos niveles de ocupación en prácticamente todo el corredor en el pico de mañana, excepto el tramo sur, el sentido de regreso (sur a norte), presenta mayores niveles de ocupación en el tramo sur, representado por los flujos barrio-centro.
- La comparación entre el escenario prepandemia (mayo 2019) y durante la pandemia (mayo 2021), a pesar de que la oferta se redujo, la ocupación promedio cayó a niveles bastante inferiores en prácticamente toda la red, ya que la disminución de demanda fue todavía más acentuada.

Nota: Para efectos de calcular la ocupación promedio se adoptó la capacidad nominal establecida con base en 6 personas por m<sup>2</sup>. Sin embargo, ese parámetro debe deseablemente ser inferior, para dimensionar la oferta con mayor confort para las personas usuarias.  
Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

Figura 4-31. Aplicación del indicador de nivel de ocupación en los vehículos representado como mosaico para el corredor Línea 1 del sistema de BRT Metrobús, en Ciudad de México, utilizando datos del mes de Mayo de 2021.



- La visualización en el mosaico ofrece un panorama muy completo, integrando en un único gráfico la distribución de la ocupación en el tiempo (hora a hora) y en el espacio (para cada tramo del corredor).
- La figura muestra con claridad no sólo las horas y los tramos con mayor saturación, que es lo que recibe casi toda la atención generalmente, pero también permite identificar las situaciones con mayor ociosidad de la capacidad ofertada. En el escenario Prepandemia, las ocupaciones a menos de 40% se concentran en los horarios en contraflujo

en extremos del corredor (período mañana en los tramos al norte, y período tarde y noche en el sur). Ya durante la pandemia, la fuerte disminución de demanda llevó a que la Línea 1 presente ocupación inferior a 40% la gran mayoría de las horas y tramos.

- En términos de identificación de situaciones críticas, el período previo a la pandemia, el sentido de "regreso" durante el período pico de la tarde en la Línea 1 presentaba los valores más altos del indicador de ocupación, cuando comparado a la "ida".

- También es importante considerar cuidadosamente las limitaciones técnicas de esta herramienta. El mosaico también puede presentar algunos sesgos, principalmente en situaciones como los horarios próximos del inicio de la operación, o en los tramos iniciales del corredor. Al considerar la relación entre demanda y oferta a lo largo de una hora, el indicador puede generar distorsiones en validaciones y entradas realizadas muy cerca del final de la hora completa. En la práctica, los pasajeros que ingresan a las estaciones a las 4:58 a. m., por ejemplo, muy

probablemente tomarán los buses a las 5:00 a. m., que es cuando la frecuencia de la operación de Metrobús se intensifica. Sin embargo, para el indicador de ocupación promedio, estos pasajeros se contabilizan como demanda en la franja horaria de las 4h, cuando la oferta todavía es muy baja. Eso explica parcialmente los tonos de naranja en el gráfico de la columna de las 4h y más tonos de azul en la columna de las 5h.

Nota: Para efectos de calcular la ocupación promedio se adoptó la capacidad nominal establecida con base en 6 personas por m<sup>2</sup>. Sin embargo, ese parámetro debe deseablemente ser inferior, para dimensionar la oferta con mayor confort para las personas usuarias.  
Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

## 4.3.2 Tiempo de viaje experimentado por nivel de ocupación

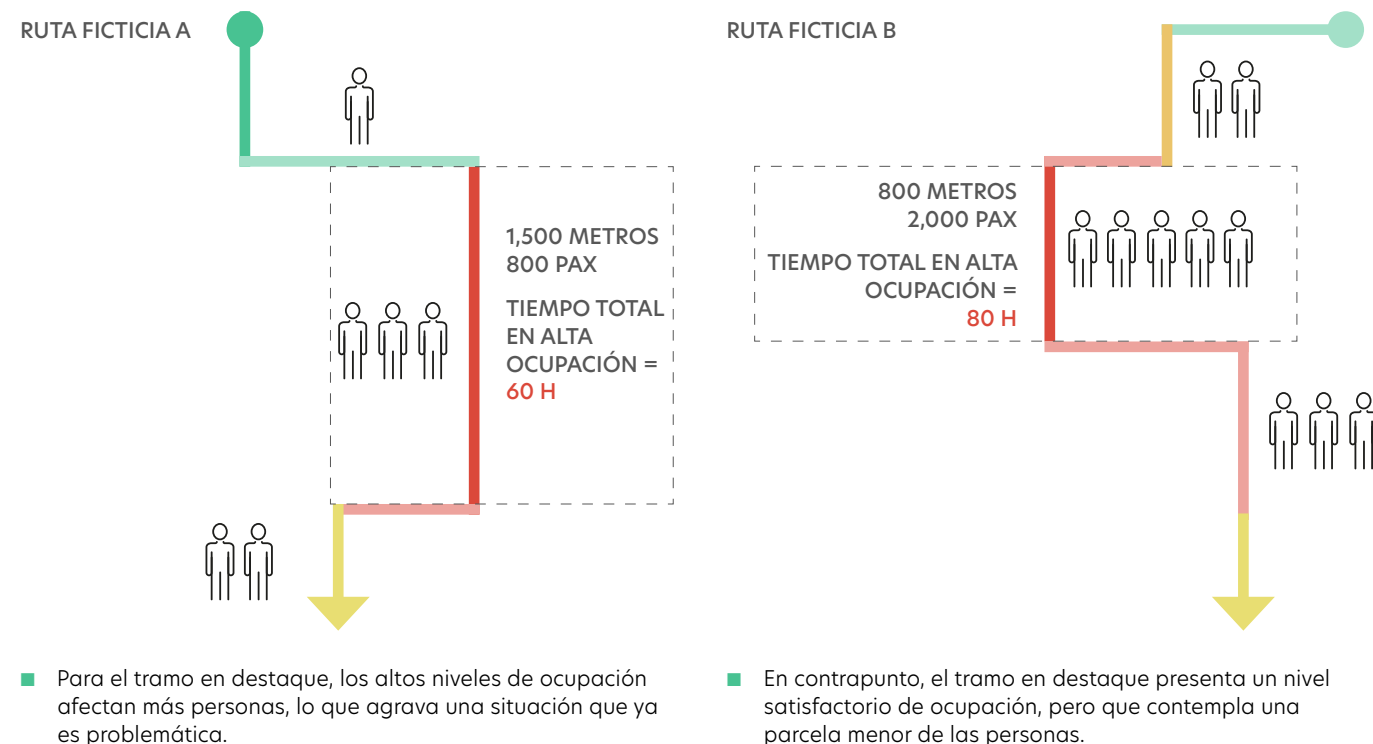
### ¿Qué es y cómo calcularlo?

La visualización de la distribución de los niveles de ocupación por tramo y por hora permiten identificar puntos críticos del sistema y apuntar las situaciones en las que la operación presenta los peores niveles de servicio. Pero a partir de esa información también **es importante poder cuantificar la cantidad de tiempo que las personas usuarias gastan en el sistema viajando en condiciones insatisfactorias, lo cual permite evaluar la importancia relativa de las diferentes situaciones críticas del sistema y ayudar en la priorización de acciones para mejorar el servicio prestado.**

Por ejemplo, tomemos dos rutas que operan con velocidad comercial de 20km/h, con diferentes frecuencias y demandas, una con un tramo mucho más

largo que la otra con altos niveles de ocupación que la otra. Considerando el indicador anterior, el servicio con mayor extensión a alta ocupación podría ser peor evaluado. Pero al calcular el tiempo de viaje total gastado por sus pasajeros, la conclusión podría cambiar: si **la Ruta A posee un tramo de 1,5km de extensión operando al 100%** de su capacidad y volumen constante de 800 pasajeros por sentido en la hora crítica, eso significa que, sumando a toda la demanda en ese intervalo, esos usuarios gastan un total **60 horas viajando al nivel máximo de ocupación vehicular**. Si por otro lado **la Ruta B opera solamente 800m a máxima capacidad**, pero con 2000 pasajeros por sentido en la hora crítica, el tiempo total es de **80 horas gastadas en esas condiciones insatisfactorias**.

Figura 4-32. Ejemplos esquemáticos del tiempo total de viaje de pasajeros para las rutas hipotéticas A y B.



Fuente: Elaboración propia.

Para una ruta, tramo e intervalo de tiempo específicos, este indicador es calculado a partir del producto entre la cantidad de personas utilizando el sistema y el tiempo que el vehículo pasó en el tramo, diferenciando los niveles de ocupación conforme categorías definidas. Además de estimar la cantidad de tiempo experimentado en los niveles más altos de ocupación, también es de utilidad analizar la distribución en las demás categorías de saturación, ya que ayudan a indicar la porción que se mantiene dentro de las condiciones consideradas adecuadas o aceptables, y también la parte que puede representar capacidad ociosa o ineficiencia, con vehículos demasiado vacíos.

Como aplicación de nivel estratégico, es posible utilizar el indicador de manera agregada para todo el sistema, corredores, grupos rutas, etc., posibilitando evaluar el nivel de servicio global del sistema (o de una parte específica de la red) para el día entero y para las horas críticas, monitorear su evolución a lo largo del tiempo en el corto, mediano y largo plazo. En el nivel táctico, este análisis se puede desagregar, por ejemplo, para cada hora del día y en líneas (o grupos de líneas), observando el patrón de distribución del indicador a lo largo del día en servicios específicos que requieran atención.

Finalmente, en el nivel operacional, una posibilidad es analizar la distribución de los tiempos de viaje según el nivel de ocupación para cada tramo de una determinada ruta a lo largo del trayecto (o corredor, o grupo de líneas que poseen el mismo trayecto), totalizando los viajes de un día entero o de períodos específicos, como las horas pico.

### Datos necesarios

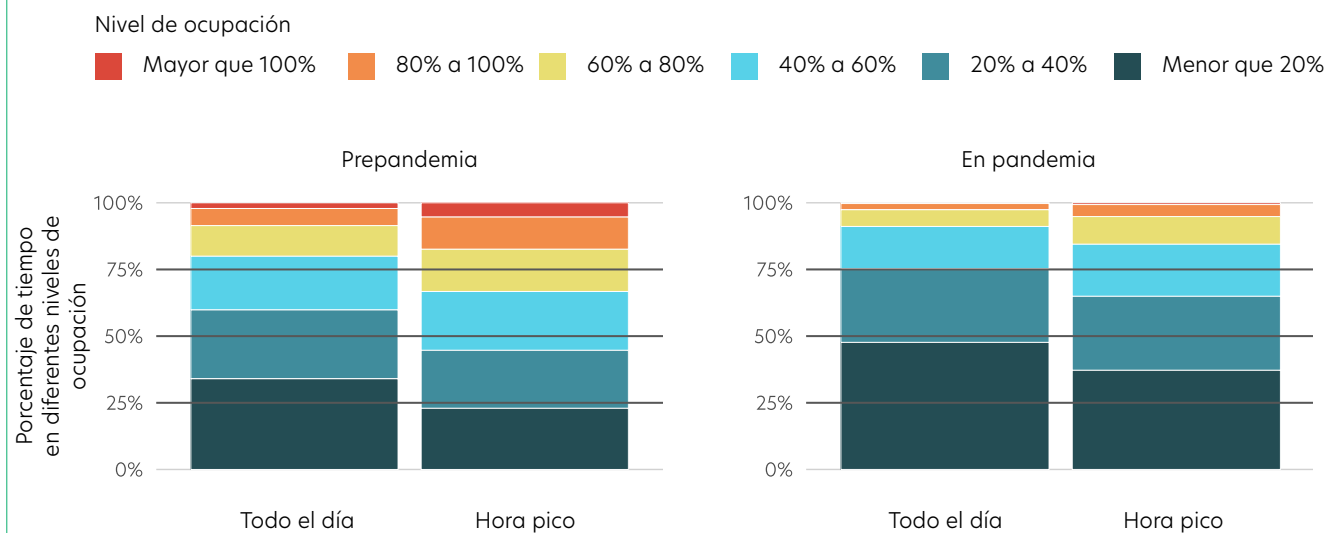
Los insumos son muy similares a aquellos descritos en la sección anterior de la distribución de los niveles de ocupación. Además de los niveles de ocupación de cada tramo de ruta en cada intervalo de análisis, y de los respectivos volúmenes de pasajeros, la información adicional requerida en este caso es el tiempo de recorrido en cada tramo, el cual puede calcularse a partir de los mismos datos de oferta anteriores.

## Ejemplo de aplicación: Tiempo de viaje experimentado por nivel de ocupación

Como ejemplo de aplicación, se utilizaron los datos del sistema convencional de buses de Montevideo, considerando un período en octubre de 2019 como “prepandemia” y en agosto de 2021 como “en pandemia”.

### NIVEL ESTRATÉGICO

Figura 4-33. Aplicación en nivel estratégico del indicador de tiempos en diferentes niveles de ocupación en el sistema convencional de transporte por buses de Montevideo, en octubre de 2019 (“prepandemia”) y agosto de 2021 (“en pandemia”)



De manera general, en ambos escenarios pre y en pandemia, el porcentaje de tiempo con niveles de ocupación mayores que 80% es inferior a un cuarto del total en el período de análisis, incluso durante los picos y otros horarios más críticos.

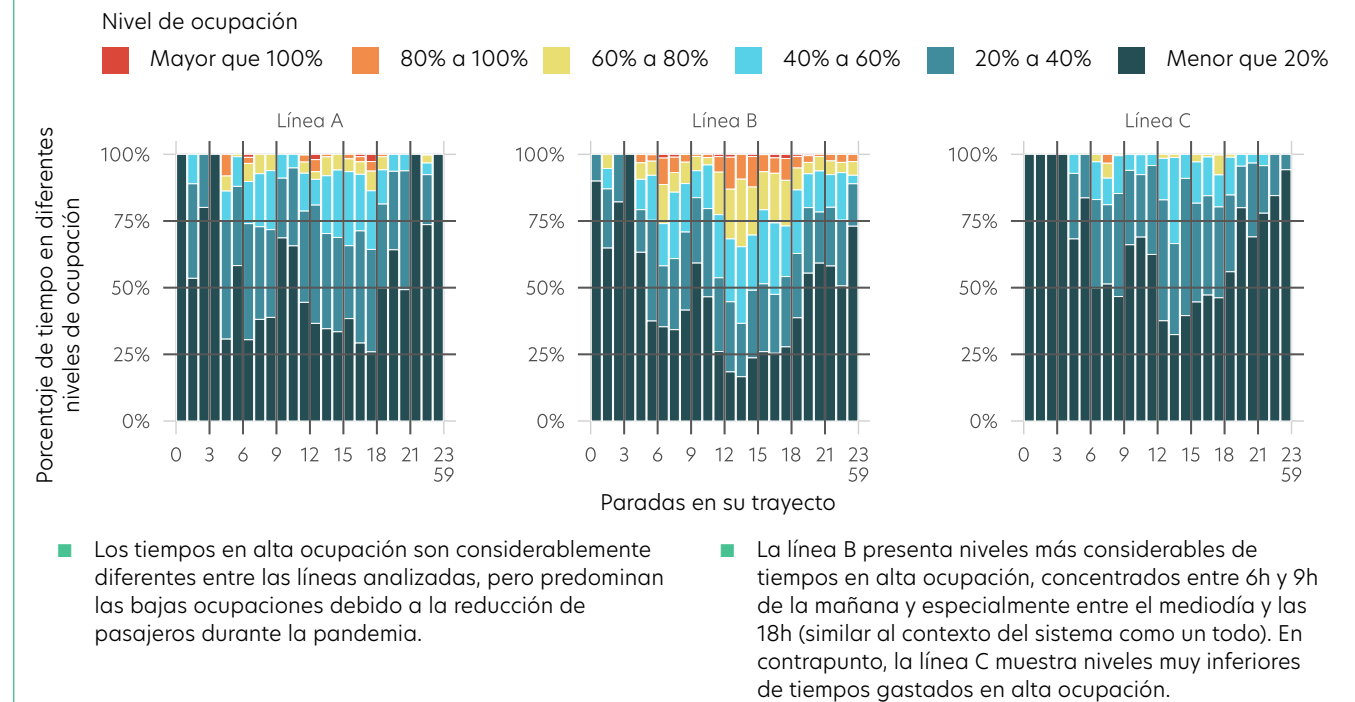
La diferencia de tiempos gastados en alta ocupación entre los escenarios es considerable, donde el escenario en pandemia presenta porcentajes considerables apenas en los períodos de pico - y, aun así, muy inferiores en comparación con el escenario previo a la pandemia.

Fuente: Elaboración propia, utilizando datos del Sistema de Transporte Metropolitano de Montevideo.

Nota para figuras 4-33, 4-34 y 4-35: Para efectos de calcular la ocupación promedio se adoptó la capacidad nominal establecida con base en 6 personas por m<sup>2</sup>. Sin embargo, ese parámetro debe deseablemente ser inferior, para dimensionar la oferta con mayor confort para las personas usuarias.

### NIVEL TÁCTICO

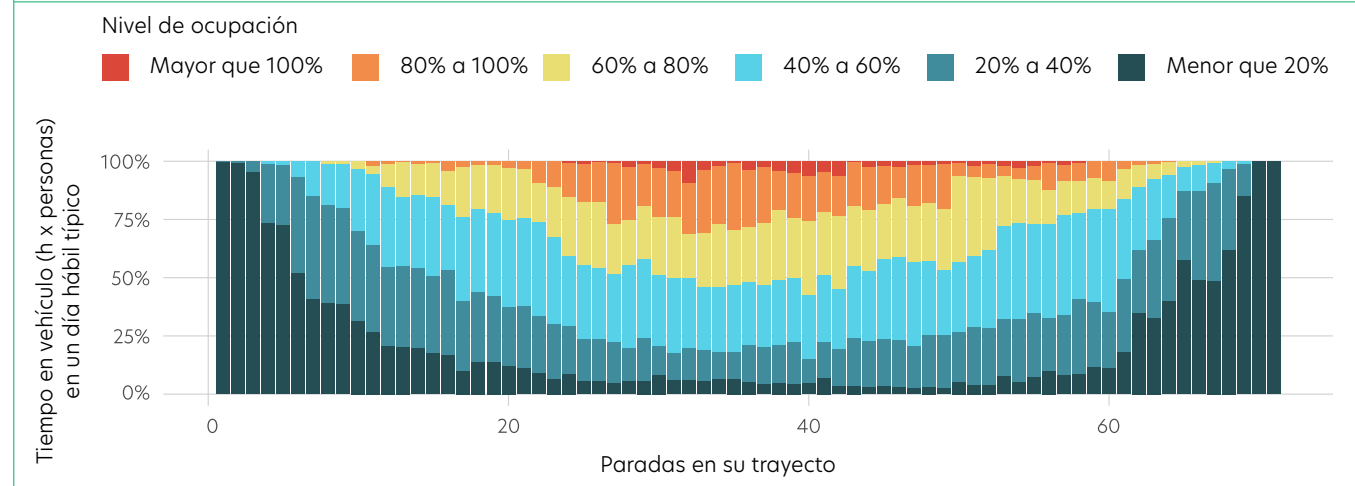
Figura 4-34. Aplicación en nivel táctico del indicador de tiempos en diferentes niveles de ocupación para grupos de rutas (llamados líneas) en el sistema convencional de transporte por buses de Montevideo, en agosto de 2021.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos del Sistema de Transporte Metropolitano de Montevideo.

### NIVEL OPERACIONAL

Figura 4-35. Aplicación en nivel operacional del indicador de tiempos en diferentes niveles de ocupación para una ruta específica en el sistema convencional de transporte por buses de Montevideo, en agosto de 2021.



Los tramos en las extremidades de la ruta prácticamente no enfrentan problemas de hacinamiento y altas ocupaciones, con valores muy bajos para el indicador.

En contrapunto, los tramos intermedios presentan niveles de ocupación mayores que 80% para cerca de

un cuarto del tiempo, lo que refleja alta saturación en este tramo y puede indicar la necesidad de acciones para ajustar la programación de oferta de esa ruta, o incluso de los demás servicios que potencialmente atienden a esa demanda.

Fuente: Elaboración propia, utilizando datos del Sistema de Transporte Metropolitano de Montevideo.



# 5

## EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DE SERVICIO

---

- 5.1 El sistema Metrobús de la Ciudad de México
- 5.2 Diagnóstico de la calidad de las líneas de Metrobús
- 5.3 Estrategias de modificación del diseño de la oferta
- 5.4 Estrategias generales de control y gestión del sistema
- 5.5 Consideraciones sobre las medidas analizadas



## 5. EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LA CALIDAD DE SERVICIO: EL CASO DE METROBÚS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

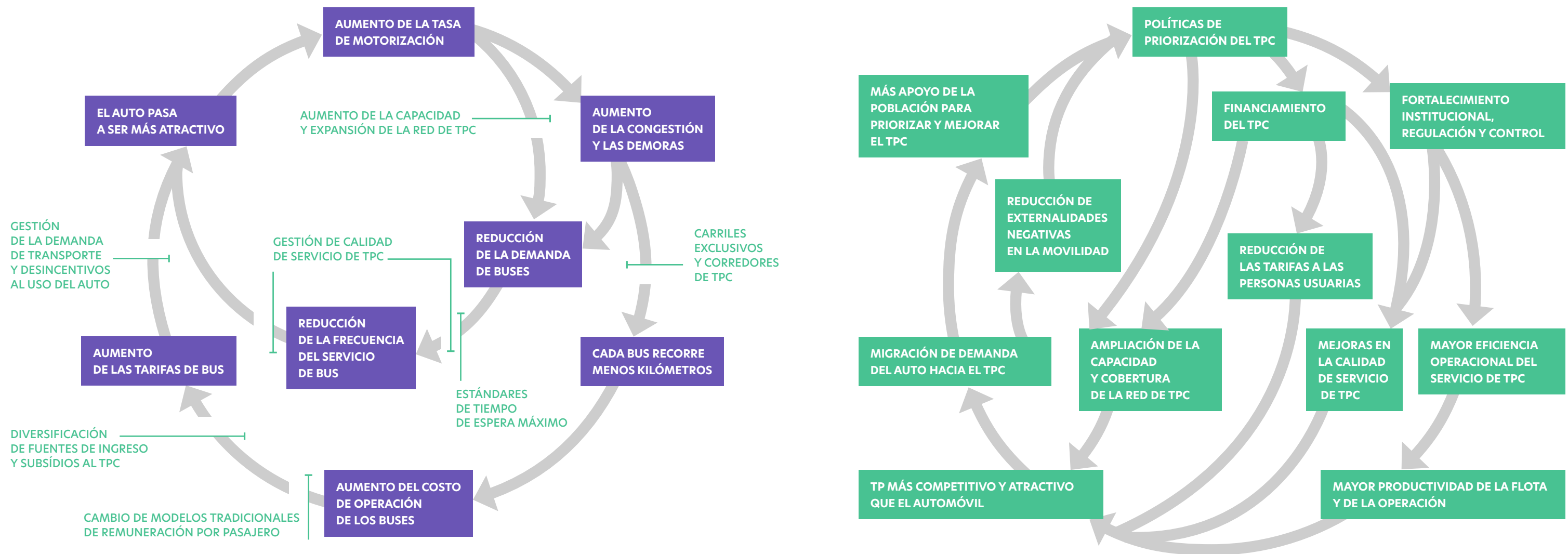
La identificación de déficits de capacidad, nivel de servicio insatisfactorio, problemas en la operación y cuellos de botella en los sistemas de transporte público discutidos en los capítulos anteriores levanta inmediatamente la pregunta ¿qué hacer para mejorar la calidad de servicio?

Existe un amplio repertorio de tipos de medidas que pueden ser implementadas en diversos componentes, abordando aspectos de gestión, regulación, de infraestructura, de diseño de la oferta, financieros e institucionales, entre otros. La combinación de esas acciones puede romper con el ciclo vicioso del

transporte público (Figura 5-1, izquierda), puede revertir la tendencia de fuga de pasajeros y, en el largo plazo, convertirlo en un verdadero ciclo virtuoso para la movilidad urbana y la sostenibilidad de las ciudades (Figura 5-1, derecha).

Este capítulo presenta y discute algunas de las principales acciones para mejorar la calidad de servicio de transporte público, utilizando el caso de Metrobús de la Ciudad de México, discutiendo las similitudes y especificidades con relación a los contextos comúnmente encontrados en gran parte de los sistemas de transporte público colectivo en América Latina.

Figura 5-1. Quiebra del círculo vicioso (izquierda) y transformación en ciclo virtuoso del transporte público (derecha).



Fuente: Elaboración propia.

Ese análisis está organizado en cuatro partes:

■ **Diagnóstico de la situación base:** Para contextualizar, como punto de partida, se presenta una caracterización básica de la red de Metrobús, y un resumen del diagnóstico del desempeño del servicio utilizando la metodología y algunos de los principales criterios e indicadores de medición de la calidad discutidos previamente. Para eso se utilizó principalmente el escenario prepandemia, con datos de mayo de 2019, que corresponde a la situación típica previa de alta demanda con calidad de servicio más crítica. Así, además de resaltar algunos de los puntos de atención del servicio, los cuales deben ser considerados para la elaboración de propuestas de intervención, se muestra la aplicación de dichos indicadores como herramientas de análisis ex-post. Es decir, para verificar el nivel de servicio que efectivamente se entregó y como el mismo fue evaluado por las personas usuarias, tal como explorado en los capítulos anteriores.

■ **Estrategias de reestructuración de la oferta:** Las medidas aplicables en los sistemas de transporte público colectivo para mejorar su calidad, confiabilidad y atractividad pueden consistir en intervenciones de infraestructura, cambios de flota y ajustes en el diseño operativo, como aumento en el número de autobuses, cambio del tipo de vehículo utilizado o la implementación de carriles exclusivos, por ejemplo. Estas medidas pueden ser objeto de evaluaciones ex-ante, utilizando diversos criterios e indicadores definidos en el marco conceptual planteado en capítulo 2 de esta publicación, pero como herramientas de análisis de escenarios hipotéticos para medir el potencial impacto de intervenciones futuras sobre algunos factores clave del nivel de servicio.

■ **Estrategias generales de control y gestión del sistema:** En adición a las anteriores estrategias, existen otras acciones no menos importantes para la calidad del servicio que, si bien los modelos analíticos simplificados no permiten evaluar tan fácilmente los potenciales efectos directos sobre determinados indicadores, también deben ser parte de la estrategia para mejorar la calidad brindada a los pasajeros. Ese tipo de acciones, como cambios en los procesos y tecnologías de gestión y fiscalización, tiene gran relevancia para el fortalecimiento de los procesos de regulación y evaluación del servicio, con impacto indirecto en una multiplicidad de los factores de calidad discutidos previamente.

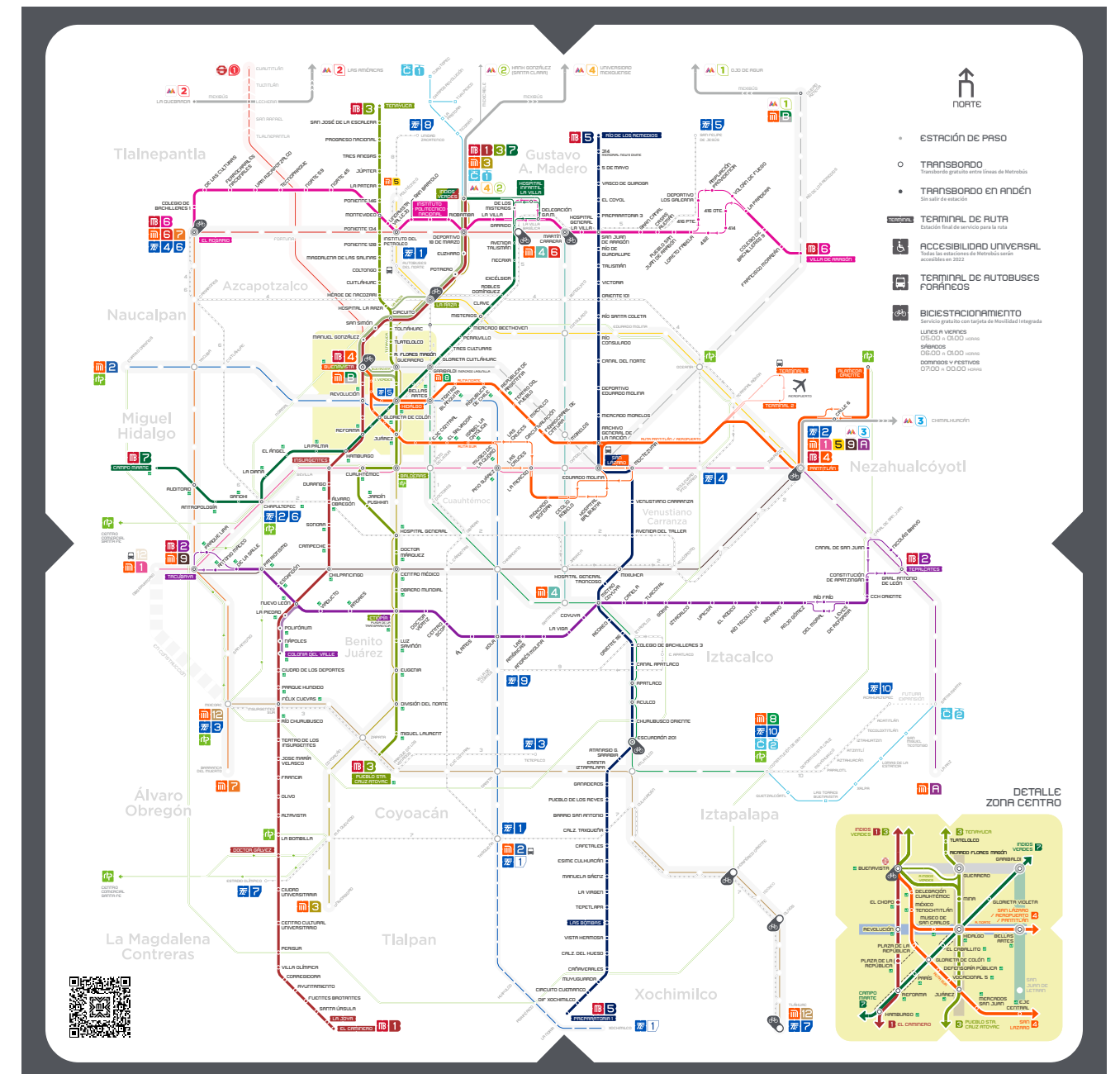
■ **Consideraciones sobre las medidas:** Finalmente, la última sección ofrece un resumen de las principales conclusiones y hallazgos.

Existen muchas incertidumbres para pronosticar la demanda futura y planear posibles intervenciones en los sistemas de transporte público colectivo y en ese contexto la pandemia de COVID-19 reforzó todavía más la importancia de diseñar e implementar sistemas resilientes y versátiles. La rigidez de muchos de los modelos operacionales y de concesión, que en parte dejaron los sistemas de transporte público cada vez menos atractivos frente a una demanda que busca cada vez más flexibilidad, fue también un factor clave para agravar la crisis que el sector enfrentó con la pandemia y dificultar la capacidad de respuesta para adaptarse a las nuevas condiciones de demanda. Partiendo de ese principio, las estrategias deben ser planteadas con un objetivo claro de mejorar el servicio y de promover las transformaciones que los sistemas requieren para lograr revertir la tendencia de baja y atraer cada vez más pasajeros.

El análisis cuantitativo de medidas de reestructuración de la oferta se basa principalmente en los indicadores de ocupación promedio y tiempo de viaje de pasajeros con el objetivo de ejemplificar su utilización para evaluación de impactos. Además de ser factores clave de la calidad de servicio, que han

ganado todavía mayor atención a partir de la pandemia de COVID-19, también es relevante demostrar el potencial que los datos operacionales (sistemas de pago, localización automática de vehículo/AVL, etc.) ofrecen como insumos para evaluar posibles medidas orientadas a mejorar el nivel de servicio.

Figura 5-2. Mapa esquemático completo del sistema Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Metrobús, CDMX.

## 5.1 El sistema Metrobús de la Ciudad de México

Inicialmente, cabe destacar algunos puntos importantes sobre el Metrobús de la Ciudad de México, utilizado como caso de estudio en este capítulo. El sistema, predominantemente operado por autobuses en corredores segregados de tipo BRT (Bus Rapid Transit), inició con la primera fase de la Línea 1 en 2005. Los años siguientes vieron acelerar el ritmo de expansión de la red, con la inauguración de seis nuevos corredores entre 2009 y 2018 y la progresiva extensión de los corredores existentes, pasando de los casi 20 km iniciales a una red de 175 km en 2022.

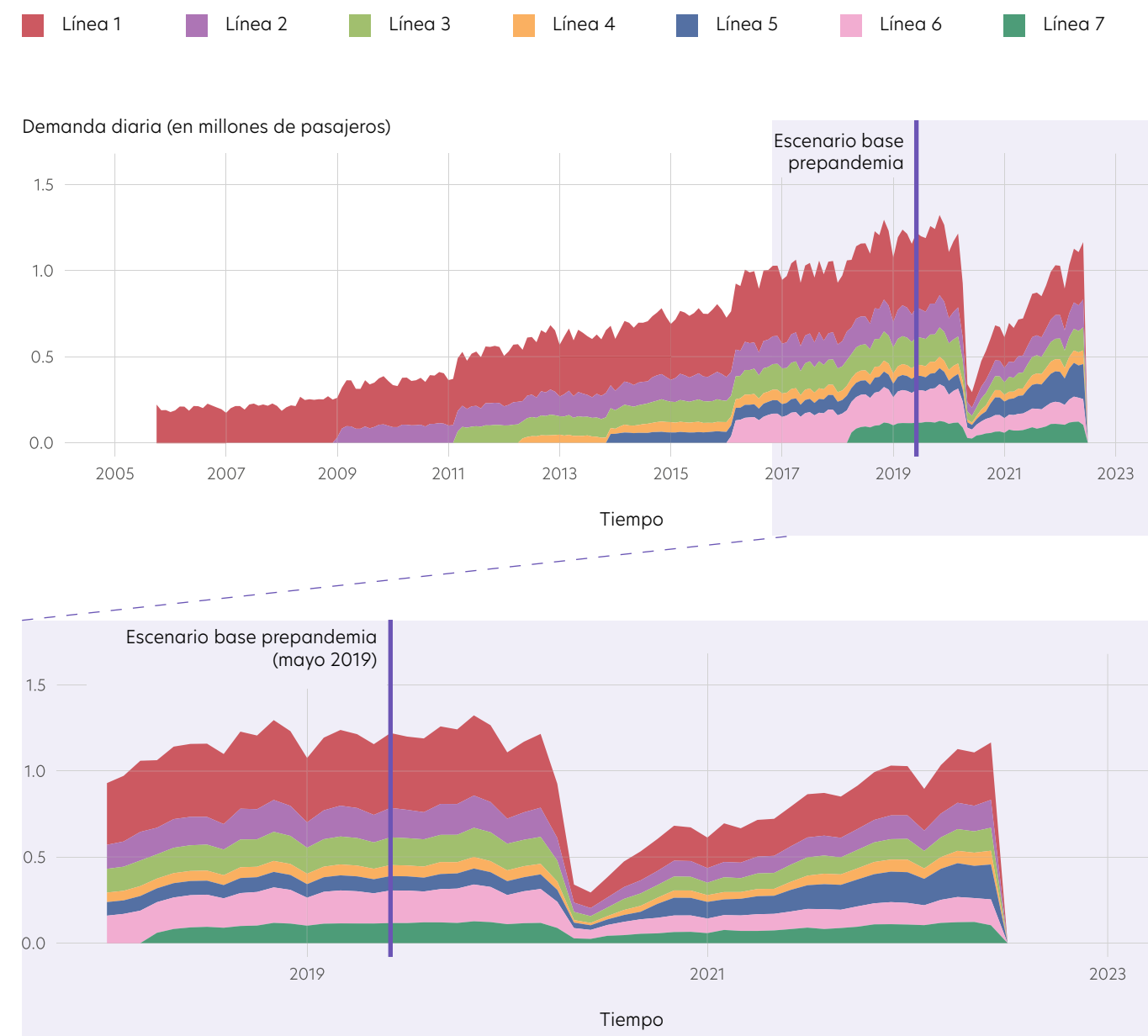
Esa permanente ampliación de la oferta significó, al contrario de la tendencia observada en América Latina, un aumento progresivo del número de pasajeros en los 17 años desde su inauguración. Mientras que, conforme apuntado en el capítulo 1, muchos sistemas de transporte público de la región perdieron participación en la demanda total de la ciudad, Metrobús incrementó continuamente su número de usuarios, como observado en la Figura 5-3. La llegada de la pandemia de COVID-19, al igual que en casi todos los casos, provocó un shock en el sistema, con la caída significativa de demanda sufrida por la adopción de medidas de distancia-

miento social en toda la ciudad. En mayo de 2019, por ejemplo, inmediatamente antes de la pandemia, Metrobús transportaba diariamente poco menos de 1,4 millones de pasajeros. En mayo de 2020, eran 330 mil pasajeros transportados por día hábil, una reducción de más del 75%. La Figura 5-3 muestra esa serie histórica.

Sin embargo, y a pesar de la pandemia, entre 2020 y 2021 se siguieron inaugurando nuevas estaciones en distintas líneas, lo cual posiblemente haya contribuido para la gradual recuperación de la demanda observada hasta inicios de 2022. En febrero de 2022, aun bajo los efectos del proceso lento y gradual de retomada de la normalización de actividades, el número de pasajeros transportados no había retornado al nivel prepandemia, pero ya había alcanzado 1.1 millones de pasajeros diariamente transportados, 80% del nivel previo.

Para el presente análisis se utiliza como escenario base de referencia la situación de recuperación plena de la demanda, para el cual se utilizaron datos de mayo de 2019, representativos del patrón típico de viajes en prepandemia.

Figura 5-3. Evolución del número de pasajeros transportados por línea de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

Este capítulo utiliza como ejemplos tres diferentes líneas de Metrobús con características bastante distintas en términos de su configuración física, capacidad de transporte de pasajeros y niveles de demanda y que permiten ilustrar la aplicación de diferentes tipos de medidas y mensurar sus impactos y costos: Línea 1, Línea 2 y Línea 7.

## Línea 1

La Línea 1 de Metrobús es el corredor con el mayor número de pasajeros y ya está muy cerca del límite de capacidad de transporte. Para el escenario de recuperación plena de la demanda, hay tramos en las horas pico con demanda mayor que 100% de la capacidad máxima nominal del corredor, considerando las limitaciones de la operación en función de la infraestructura existente. En los tramos críticos se puede observar intervalos menores que 1 minuto, sumándose la operación de todas las rutas en autobuses articulados y biarticulados. Eso resulta en altos niveles de saturación de la capacidad del corredor (que no cuenta con carriles de rebase) y de las estaciones, generando frecuentes filas de autobuses.

Así, el cumplimiento de los servicios programados, a frecuencias factibles, como vamos a discutir, o el cambio total de la flota por vehículos biarticulados no son suficientes para atender adecuadamente a los pasajeros. Medidas más estructurales pueden ser necesarias para permitir la ampliación de la calidad del servicio para la demanda actual y futura.

Figura 5-4. Línea 1 de Metrobús, en Ciudad de México.



Fuente: David Escalante.

## Línea 2

A pesar de menos saturada que la Línea 1, la Línea 2 de Metrobús también presenta tramos en las horas pico con niveles de ocupación promedio superiores a 80% de la capacidad ofertada en el escenario de recuperación plena de la demanda. El corredor ya opera con intervalos bastante pequeños, menores que 2 minutos entre buses en las horas pico mañana y tarde, lo que significa una saturación considerable de la capacidad de las estaciones, del punto de vista de las condiciones operacionales, para mantener regularidad de los servicios (ya que tampoco cuenta con carriles de rebase).

Sin embargo, la operación es realizada totalmente con autobuses articulados de 160 plazas, lo que abre espacio para aumentar la capacidad de transporte por medio del cambio de vehículos articulados para biarticulados.

Figura 5-5. Línea 2 de Metrobús, en Ciudad de México.



Fuente: David Escalante.

## Línea 7

La Línea 7 es una de las dos líneas de Metrobús que no operan en corredores totalmente segregados y en estaciones elevadas (junto con la Línea 4). En la emblemática Avenida Paseo de la Reforma, hay un carril preferencial, pero los autobuses comparten el espacio con otros vehículos en determinados tramos del trayecto.

La operación es realizada por autobuses de doble piso con capacidad nominal de 130 pasajeros e intervalos en las horas pico de menos de 2 minutos entre vehículos, sumándose todas las rutas de la línea. Visto que no circula en corredores segregados, la operación en frecuencias muy altas o por vehículos muy grandes puede ser bastante complicada, haciendo de la combinación de medidas una estrategia interesante.

Figura 5-6. Línea 7 de Metrobús, en Ciudad de México.



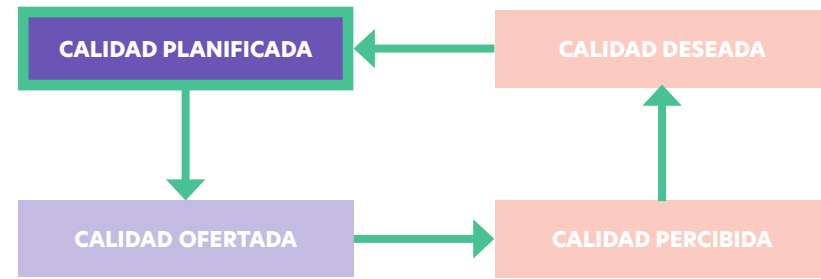
Fuente: David Escalante.

## 5.2 Diagnóstico de la calidad de las líneas de Metrobús

El punto de partida para la evaluación de estrategias para mejorar la calidad de servicio consiste en identificar los puntos de atención y los factores críticos, lo que puede ser efectuado con base en diversos indicadores, tal como discutido en los capítulos anteriores. A seguir se presenta un breve resumen de algunos de esos instrumentos de monitoreo abordados en los capítulos 3 y 4 aplicado en las Líneas 1, 2 y 7 de Metrobús, en la Ciudad de México, recorriendo el ciclo de calidad por la perspectiva de los operadores y de las personas usuarias. En especial, presentamos dos aspectos de gran relevancia para el diagnóstico del sistema Metrobús que, aunque de manera no exhaustiva, ofrece un panorama general de las tres líneas estudiadas con mayor profundidad. **Se evalúa el nivel de ocupación como calidad planificada (ocupación de diseño), como calidad ofertada (ocupación promedio) y como calidad percibida/deseada (satisfacción con el nivel de ocupación vehicular). De la misma forma, se recorre el ciclo para la frecuencia: número de partidas programadas para la calidad planificada, cumplimiento de partidas para la calidad ofertada y la satisfacción con la espera entre buses para la calidad percibida/deseada.**

Se presentan indicadores para tres de los cuatro componentes del ciclo de calidad abordado en el capítulo 2: calidad planificada, calidad ofertada y calidad percibida, visto que el componente de calidad deseada, como ya discutido previamente, difícilmente se traduce en indicadores específicos y mensurables para la evaluación del servicio ofrecido y percibido.

## Calidad Planificada

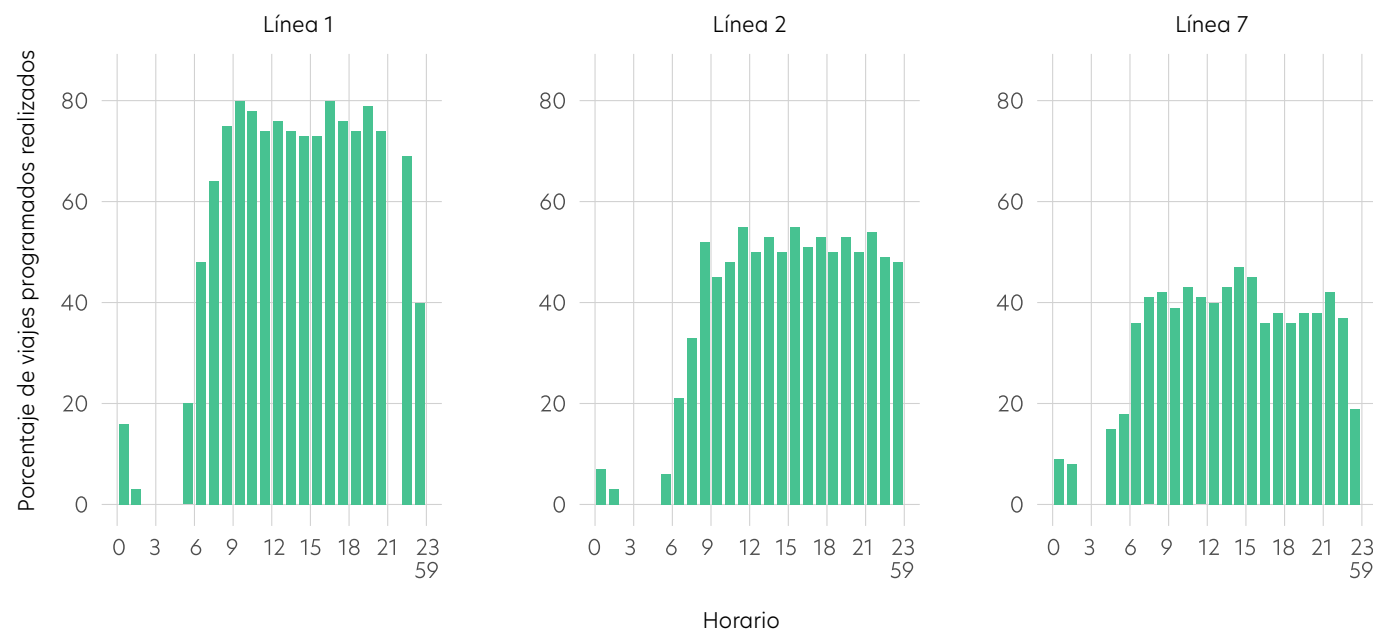


## Frecuencia: Número de partidas programadas

Las tres líneas estudiadas de Metrobús presentan, cuando considerados todos los servicios programados de cada corredor, frecuencias totales relativamente constantes entre las 8h de la mañana y las

21h de la noche, pero la Línea 1 en un nivel mucho más elevado que las otras en función de tener una demanda superior a las demás.

Figura 5-7. Número de partidas programadas para las líneas 1, 2 y 7 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

## Nivel de ocupación: Ocupación promedio de diseño

La oferta de una ruta o corredor típicamente se dimensiona para brindar la capacidad necesaria en el tramo crítico de máxima demanda. Analizando los datos de demanda observados en campo, la oferta de servicio programada para el escenario prepandemia en el pico mañana corresponde efectivamente a una ocupación de diseño mayor o igual que 80% de la capacidad nominal en el tramo crítico de las tres líneas estudiadas. Eso corresponde a un nivel

de ocupación promedio de diseño en el tramo crítico en el pico mañana de más de 4.6 pasajeros por m<sup>2</sup>.

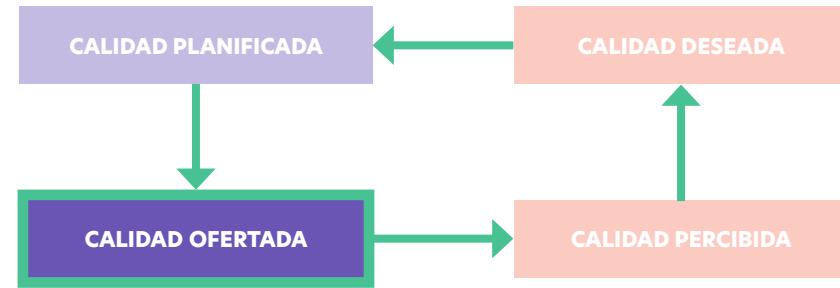
Sin embargo, el diseño operativo de los servicios produce algunos puntos de atención en otros tramos del corredor, con ocupación promedio más elevada, llegando al 100% de la capacidad (o 6 pasajeros por m<sup>2</sup>) en tramos específicos, y otros con ocupaciones muy bajas, especialmente en el sentido regreso, relacionado con el padrón de viajes pendulares.

Figura 5-8. Perfil de demanda observada y oferta programada para las líneas 1, 2 y 7 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

## Calidad Ofertada

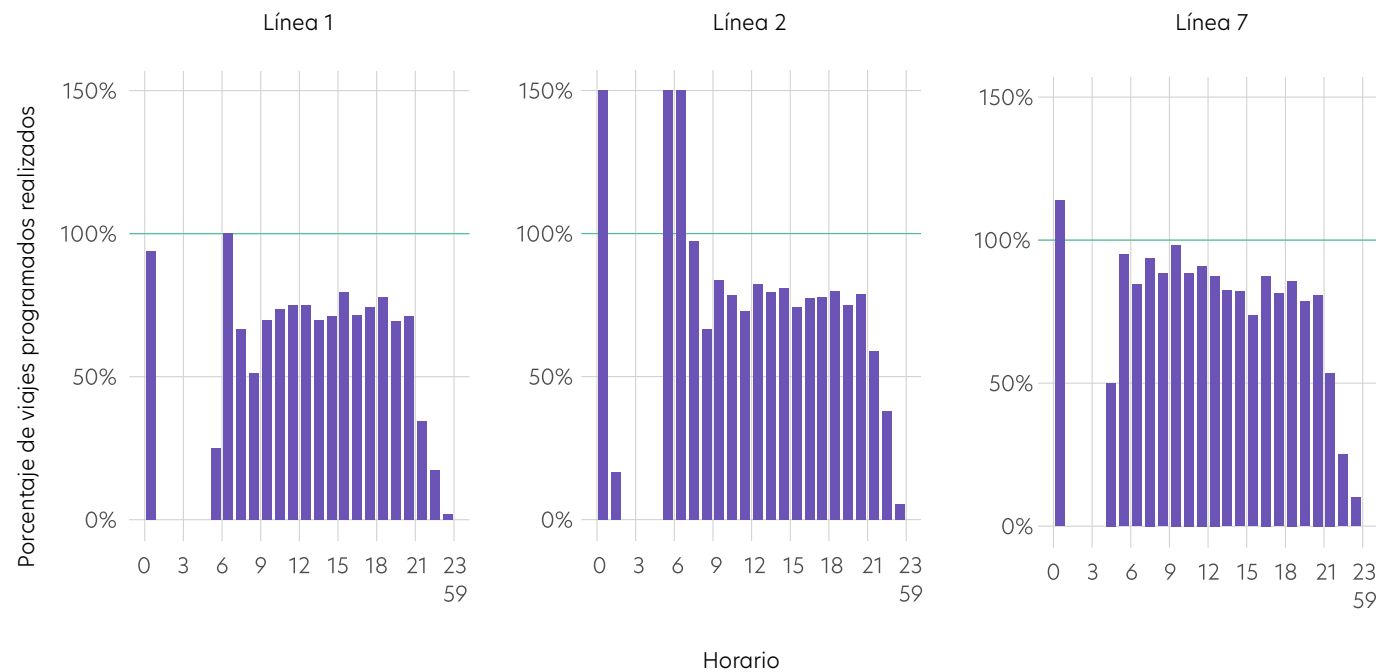


## Frecuencia: Cumplimiento de partidas

Analizando la oferta de hecho ofrecida a la población, se constatan índices considerables de incumplimiento de la oferta programada dentro de la franja horaria prevista, lo que significa una sub-oferta sistemática respecto a lo programado al largo del día, y un pico de sobreoferta en la última hora de la operación. Esa situación puede indicar

deficiencias en la operación para atender al número de partidas programadas, pero considerando que los intervalos entre buses ya son muy reducidos, (principalmente en la Línea 1, donde están cercanos al límite máximo de capacidad efectiva del corredor) también puede estar relacionado a que la tabla de despachos teórica es demasiado optimista.

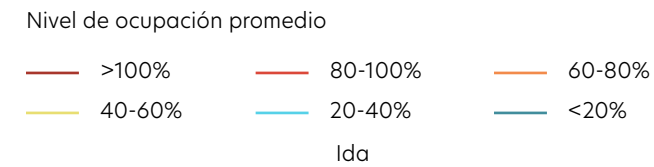
Figura 5-9. Cumplimiento de partidas programadas para las Líneas 1, 2 y 7 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

## Nivel de ocupación: Ocupación promedio observada

Figura 5-10. Mapa e niveles de ocupación promedio en pico mañana por tramos de los corredores de Metrobús, Ciudad de México.



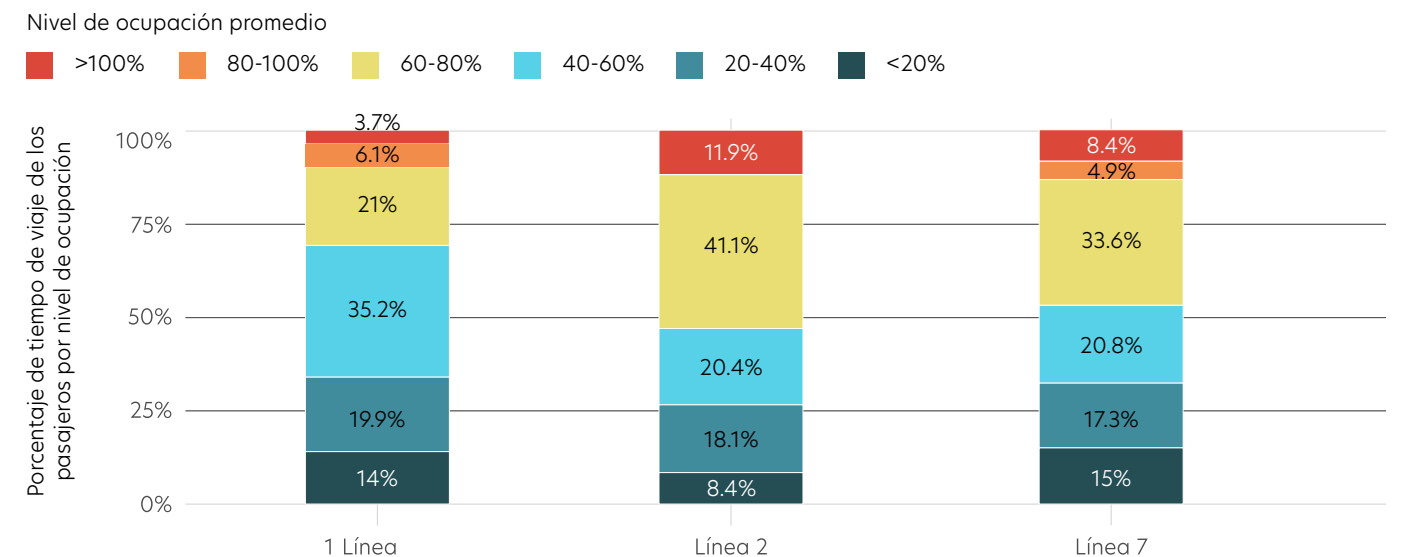
Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

El incumplimiento de los servicios programados resulta en niveles observados de ocupación promedio más altos que los niveles de ocupación definidos en la etapa de diseño.

En Metrobús, el mapa de ocupación promedio, que representa la relación demanda y oferta por tramo en un determinado intervalo de tiempo, indica niveles de servicio bastante malos, especialmente en los horarios de pico mañana y tarde, y que contrastan con una considerable ociosidad de la capacidad de transporte en ciertos períodos del día.

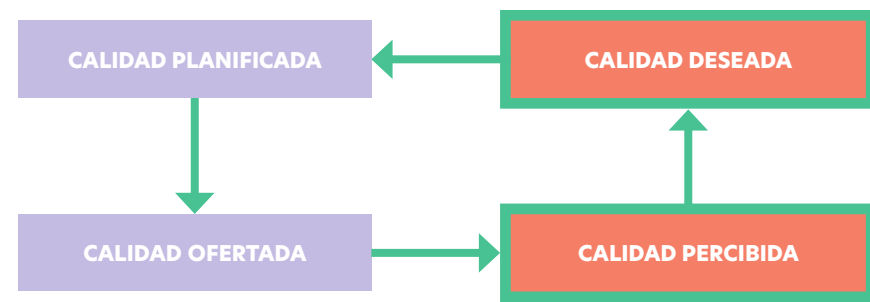
Eso también se observa en el análisis de los tiempos de viaje de los pasajeros en niveles de ocupación promedio muy altos (más de 80% o 4,6 pasajeros por m<sup>2</sup>) o muy bajos (menos de 20% o 1,2 pasajeros por m<sup>2</sup>).

Figura 5-11. Distribución de los tiempos de viaje de los pasajeros por nivel de ocupación promedio en día hábil para las líneas 1, 2 y 7 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

## Calidad Percibida y Satisfacción



### Frecuencia: Satisfacción con la frecuencia de paso y/o intervalo de espera

La frecuencia de paso de los buses tiene gran impacto en la percepción de las personas que utilizan el sistema, pues no sólo determina de manera directa el tiempo de espera, pero también afecta indirectamente la confiabilidad del servicio y provoca mayor saturación de vehículos y estaciones.

De hecho, una proporción considerable de personas usuarias de Metrobús considera el aspecto de "espera entre autobuses" bastante insatisfactorio. Después de los aspectos de seguridad, este es el criterio con la segunda peor evaluación de las tres líneas estudiadas de Metrobús.

**Figura 5-12. Nivel de satisfacción de personas usuarias con la frecuencia de paso y/o intervalo de espera para las líneas 1, 2 y 7 de Metrobús, Ciudad de México (datos de 2021 - pandemia).**



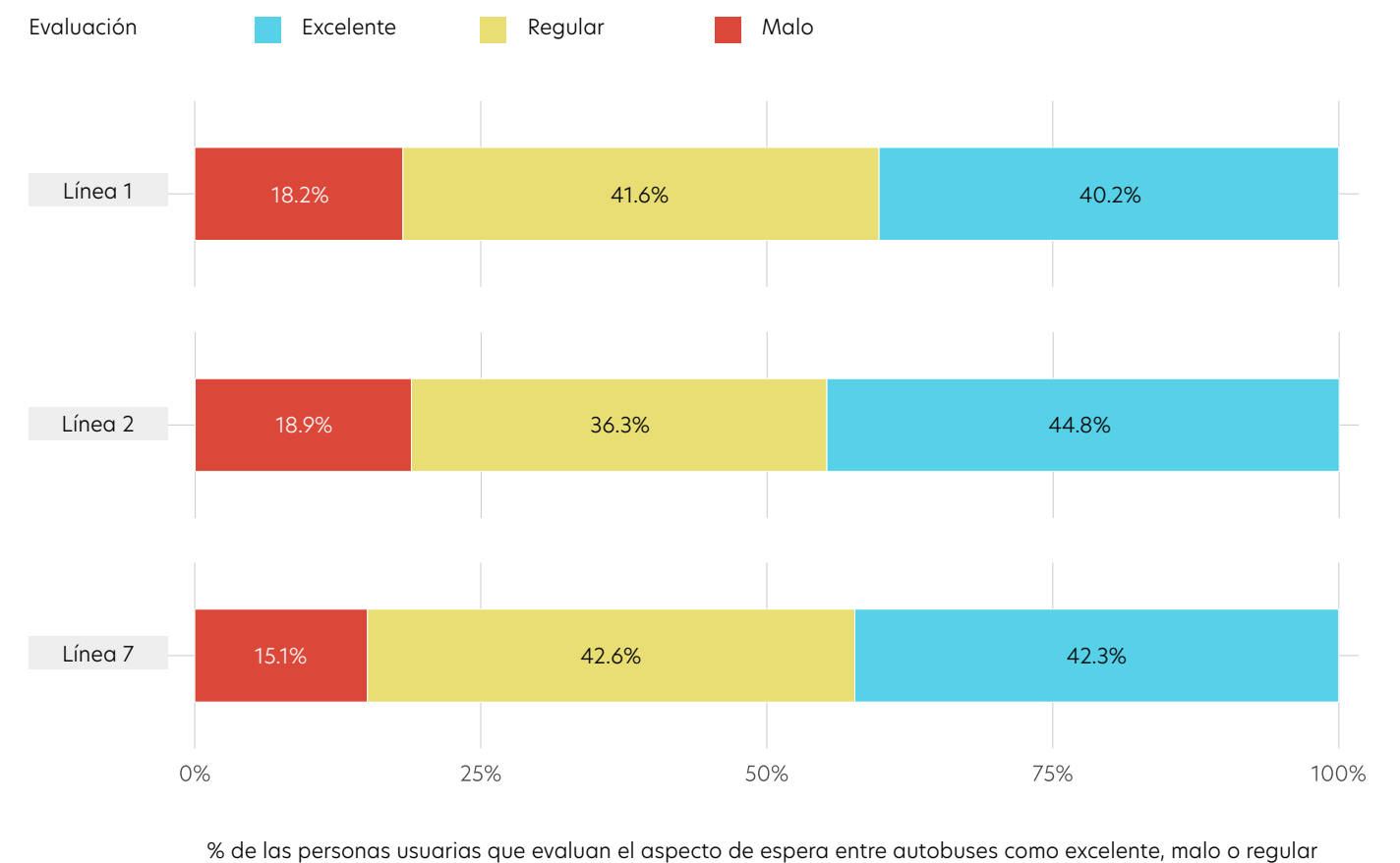
Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

## Nivel de ocupación: Satisfacción con el nivel de ocupación vehicular

Además de los aspectos de tiempo de espera entre autobuses y los factores de seguridad personal, la cantidad de pasajeros dentro de los autobuses es el tercer aspecto más crítico del sistema Metrobús según la perspectiva de las personas usuarias. Cabe destacar que, aunque la encuesta de satisfacción disponible es referente al año de 2021, durante la pandemia de COVID-19 y cuando los niveles de ocupación observados eran más bajos que en 2019, el indicador aún fue bastante mal evaluado por las personas usuarias. Eso puede estar relacionado con

la mayor preocupación con aspectos de distanciamiento social o incluso con la incidencia sobre otros aspectos de calidad también mal evaluados e impactados por los niveles de ocupación, como seguridad personal respecto a robos y a casos de acoso. Esos cambios contextuales, que impactan la manera con que las personas viajan y perciben los sistemas de transporte refuerzan la necesidad de acompañar la evolución de los indicadores de calidad en el tiempo.

**Figura 5-13. Nivel de satisfacción de personas usuarias con el nivel de ocupación vehicular para las Líneas 1, 2 y 7 de Metrobús, Ciudad de México.**



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.





## 5.3 Estrategias de modificación del diseño de la oferta

Como mostrado en la sección anterior de diagnóstico de las Líneas 1, 2 y 7 de Metrobús, en Ciudad de México, el incumplimiento de los servicios programados en diferentes períodos del día y los altos niveles de ocupación promedio en los períodos de pico de demanda y oferta son aspectos críticos del nivel de servicio y que pueden ser mejorados con diferentes tipos de medidas específicas aplicables a cada una de las tres líneas estudiadas.

Esta sección presenta un análisis cuantitativo del impacto de primera orden de algunas de estas medidas. Eso significa que en esta publicación son evaluados solamente los impactos inmediatos en términos de indicadores de ocupación promedio y tiempos de viaje de los pasajeros, considerando que la demanda y los demás factores se mantienen constantes. Aunque la realidad es más dinámica y en la práctica también hay efectos de segunda orden causados, entre otros, por el aumento de la calidad y atractividad de servicio, esta evaluación permite comparar el potencial de cada tipo de intervención. Cuatro tipos de medidas de cambio en la oferta son considerados, que pueden ser aplicables según

cada contexto y necesidad, pudiendo incluso ser implementada más de una de manera combinada:

- Cumplimiento de los servicios programados, asociado al fortalecimiento del control operacional (ver sección 5.4).
- Cambio de la flota por vehículos de mayor capacidad.
- Aumento de la frecuencia.
- Introducción de rutas semi-expresas con la implementación de carriles de rebase.

El estudio sistemático de diferentes medidas para cada línea permite la comparación de los beneficios para los usuarios y los costos para los operadores y gestores, ofreciendo insumos a las autoridades públicas responsables por la planificación del sistema para escoger la medida más adecuada y con mayores retornos para la población. La Figura 5-14 presenta los tipos de medidas estudiadas para cada una de las tres líneas destacadas, de acuerdo con las características de cada corredor.

Figura 5-14. Medidas estudiadas para cada una de las tres líneas analizadas de Metrobús, en Ciudad de México.

	CUMPLIMIENTO DE LOS SERVICIOS PROGRAMADOS	CAMBIO DE LA FLOTA	AUMENTO DE LA FRECUENCIA	RUTAS SEMI-EXPRESAS EN CARRIL DE REBASE
LÍNEA 1	●	●		●
LÍNEA 2	●	●		
LÍNEA 7	●	●	●	

Fuente: Elaboración propia.

Esta evaluación se concentra en el análisis para el escenario de recuperación plena de la demanda, es decir, una situación en que el número de pasajeros vuelve al nivel de 2019, justificado por varios motivos. La evolución del número de pasajeros transportados en diversos sistemas de la América Latina indica una recuperación gradual de la demanda, aunque sea lenta, con valores en 2022 cerca de 10% a 20% menores que en la prepandemia. Sin embargo, la oferta de servicios con baja calidad podría reforzar la tendencia de fuga de demanda en el mediano plazo (como discutido en el capítulo 1, ilustrado en la Figura 1-5), lo que pondría en jaque los avances en dirección a la utilización de modos y sistemas de transporte con mayor impacto social y menor impacto ambiental. Así, se destaca la necesidad de adopción de medidas sistemáticas y ambiciosas para atraer a más usuarios al servicio de transporte público, considerando las emergencias climáticas y la necesidad de repensar el futuro de las ciudades de forma más sostenible.

**Para comprender el impacto potencial sobre la calidad de servicio, se presentan los efectos esperados de cada medida sobre los tiempos de viaje según niveles de ocupación (en el período total de un día útil, que incluye horas pico y fuera de pico) y, cuando aplicable, según tiempo total de viaje de los pasajeros. Y para efectos de evaluación comparativa, para cada medida se le asocian los respectivos costos aproximados de implementación, considerando los costos de capital (CAPEX) y los costos operativos (OPEX)**<sup>1</sup>. Los costos de infraestructura vial y ampliación de estaciones necesarias para la implantación de las rutas semi-expresas en la Línea 1 fueron distribuidos uniformemente en un período de 10 años, a título ilustrativo, para efectos de comparabilidad con los demás componentes del análisis simplificado. El escenario base, en términos de capacidad y costos, es definido como lo que era efectivamente practicado por los operadores en el período de los datos analizados (mayo de 2019).

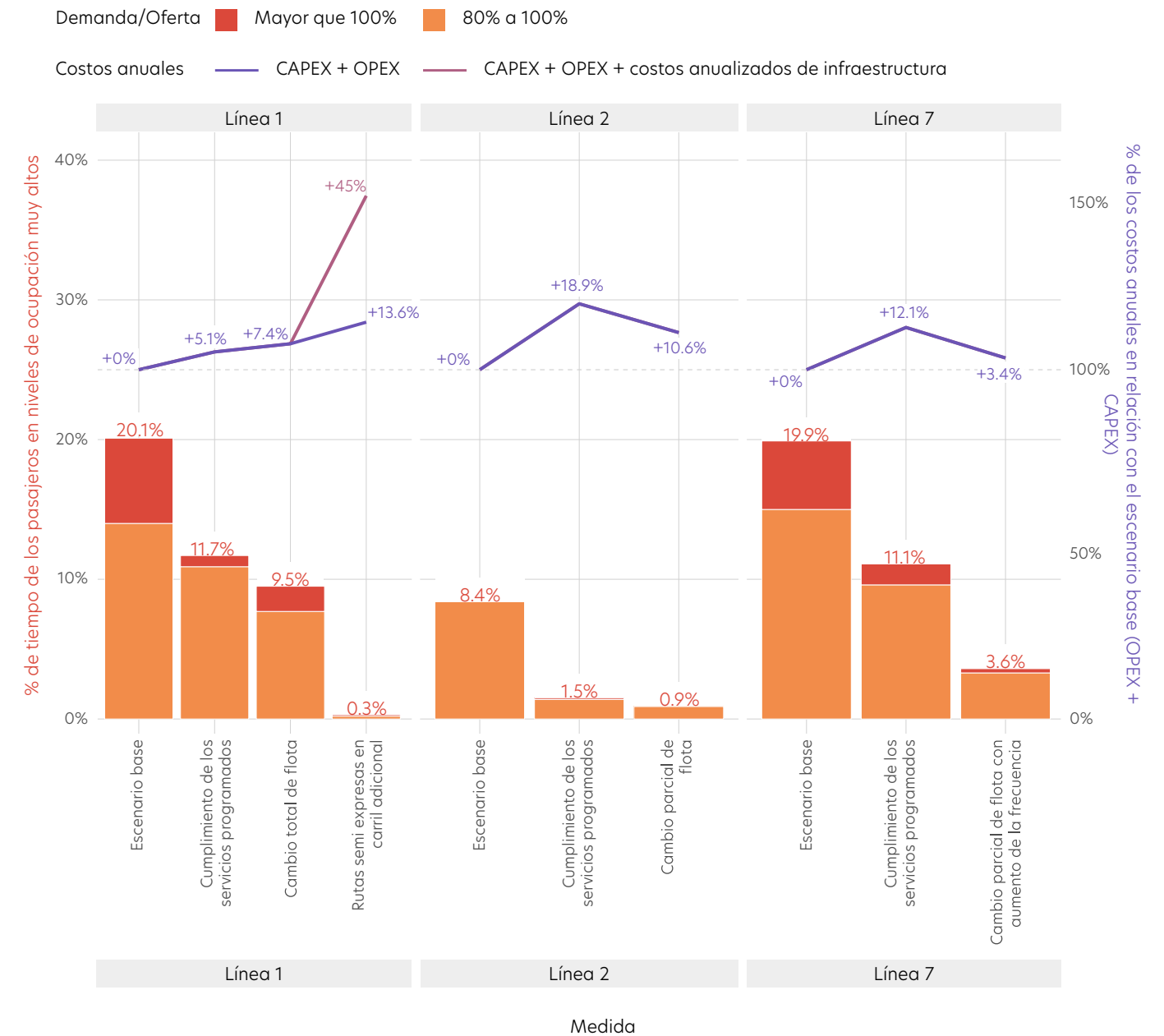
<sup>1</sup> El análisis fue realizado utilizando un modelo de costos simplificado, basado en datos económicos del sistema Metrobús, y se presenta por costos anuales corregidos para 2022 y convertidos de pesos mexicanos para dólares.

El gráfico de la Figura 5-15 muestra un resumen de los resultados del análisis de las medidas de la Figura 514, aplicadas a las Líneas 1, 2 y 7 de Metrobús. Las secciones siguientes de este capítulo (5.3.1 a 5.3.4) describen de manera específica cada una de esas medidas, pero empezamos por la comparación entre el potencial de cada tipo de intervención.

En la Línea 1, el aumento de los costos sigue la trayectoria de mejora en el indicador de ocupación promedio, esto es, cuanto mayor el impacto, mayores los costos. Cabe señalar que a pesar de que el cumplimiento de los servicios programados a niveles factibles y el cambio total de la flota por vehículos biarticulados resultan en beneficios bastante positivos en términos de ocupación promedio, una parte significativa de las horas totales de viaje diario de los pasajeros permanecen en niveles inaceptables. Así, el cumplimiento de los servicios programados, a frecuencias factibles, como vamos a discutir, o el cambio total de la flota por vehículos biarticulados no son suficientes para atender adecuadamente a los pasajeros. Medidas más estructurales y costosas pueden ser necesarias para permitir la ampliación de la calidad del servicio para la demanda actual y futura. La inclusión de servicios semi-expresos por medio de obras de readecuación vial es la que consigue efectivamente aumentar la calidad del servicio de manera consistente y sustentable, considerando incluso posibles aumentos de la demanda en los años futuros para capturar potencialmente nuevos pasajeros oriundos de otros modos de transporte.

En las Líneas 2 y 7 el cumplimiento de la programación no resulta en impactos positivos a los usuarios compatibles con los costos de capital y de operación resultantes de la aplicación de la medida. Eso puede indicar ineficiencias en la planificación del sistema, además de los problemas de operación. De hecho, el cumplimiento de las frecuencias para esas dos líneas reduce los niveles de ocupación promedio, pero también aumenta significativamente la ociosidad del sistema, en especial en horarios fuera de pico.

**Figura 5-15. Resumen de los impactos y costos de las medidas estudiadas para las tres líneas analizadas de Metrobús, Ciudad de México.**



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

Las siguientes secciones discuten de manera específica cada una de las medidas evaluadas, utilizando una de las líneas donde fue aplicada. El Apéndice 2 presenta los resultados completos de todos los escenarios analizados. La evaluación simplificada del costo de las medidas utiliza una totalización anual de costos de operación y costos de capital, distribuyendo las inversiones de manera uniforme a lo largo de la vida útil de la flota, agregando

un costo total anual equivalente. Las condiciones particulares de cada proyecto, cuando analizadas de manera más detallada con los flujos de caja de escenario específico según un conjunto más amplio de parámetros que típicamente deben ser considerados en la planificación de intervenciones, naturalmente pueden llevar a resultados con menores márgenes de error, más precisos que los del análisis comparativo simplificado del presente trabajo.



### 5.3.1 Cumplimiento de los servicios programados: Ejemplo de la Línea 1

La primera medida, evaluada para todas las líneas, consiste en hacer cumplir efectivamente la frecuencia prevista para cada horario del día. Eso puede parecer una premisa fundamental del servicio, pero en la práctica muchas veces la capacidad ofertada queda frecuente y sistemáticamente debajo de la programada, lo cual compromete directamente el nivel de servicio. Así, una acción básica en la gestión de los sistemas de transporte público es fortalecer el simple cumplimiento de aquello que está estipulado en la programación de la oferta prevista.

En general, la programación horaria de servicios es definida por el ente gestor tomándose como base la demanda prevista (estimada por modelos de transporte y/o datos históricos) para las diferentes líneas/rutas del sistema de transporte público y para diferentes períodos del día. Más específicamente, se define el tramo crítico en el período de mayor demanda y se dimensiona la frecuencia adecuada para atender a ese pico y la flota necesaria para operarla. Para las demás horas del día, la oferta se reduce conforme la baja demanda prevista, pero atendiendo también a otros criterios complementarios, como por ejemplo para asegurar una frecuencia mínima. Por medio del monitoreo de indicadores de demanda y oferta, el ente gestor puede revisar periódicamente la programación y ajustar las frecuencias (sujeito, al nivel estratégico para el sistema como un todo, a diferentes condicionantes de mediano y largo plazo, como obligaciones contractuales o el plan de renovación de flota).

En este sentido, a pesar de las ineficiencias inherentes de los sistemas de transporte ocasionados por la concentración de flujos en un solo sentido en pocas horas del día (barrio-centro en el pico mañana, centro-barrio en el pico tarde), se asume que el cumplimiento de la oferta programada - a través de un control operativo efectivo - resultará en una operación óptima del sistema para un día típico, es decir, alcanzando el mejor equilibrio posible entre la calidad del servicio y la eficiencia operativa. Sin embargo, cabe destacar que la programación es frecuentemente realizada considerando estándares de ocupación nada satisfactorios - incluso muchas veces inaceptables - por la perspectiva de las personas usuarias (con 5 o 6 pasajeros por metro cuadrado en los vehículos) y considerando que la demanda se distribuye uniformemente en los buses en una franja horaria, lo que no es la realidad (lo que significa que algunos buses operan con ocupación todavía más elevada).

Además, la equiparación de oferta y demanda a nivel teórico no siempre es factible en la operación diaria, particularmente en servicios de altísima frecuencia, dadas las características físicas y tecnológicas de cada corredor, y que pueden dificultar el cumplimiento de los horarios previamente establecidos.

En la Línea 1 de Metrobús, por ejemplo, los servicios programados, que prevén una mayor capacidad de transporte, darían lugar a intervalos inferiores a 50 segundos en el tramo crítico y en horas pico, lo que es difícilmente practicable, considerando que pueden ocasionar filas excesivas de vehículos en función de la elevada saturación de capacidad de parada en estaciones. Así, una evaluación más realista de la operación en sistemas ya saturados debe considerar la capacidad programada efectivamente factible, con intervalos próximos a los mínimos intervalos que se logran en la práctica. En el caso de la Línea 1, los datos operacionales muestran que el menor intervalo promedio alcanzado en la práctica es igual a 52 segundos.

La Figura 5-16 muestra el perfil de oferta y demanda para la Línea 1 en la hora pico mañana (7h-8h).

La capacidad actual considera los parámetros de dimensionamiento utilizados por Metrobús, de 6 pasajeros por m<sup>2</sup>, mientras que la capacidad necesaria, calculada en función de la demanda observada, considera niveles de ocupación promedio más confortables (cerca de 80% de la capacidad nominal o el equivalente a 4.8 pasajeros por m<sup>2</sup>). La capacidad post-intervención corresponde a la capacidad que podría ser alcanzada si cumplidos los servicios programados limitados a intervalos mayores que 52 segundos.

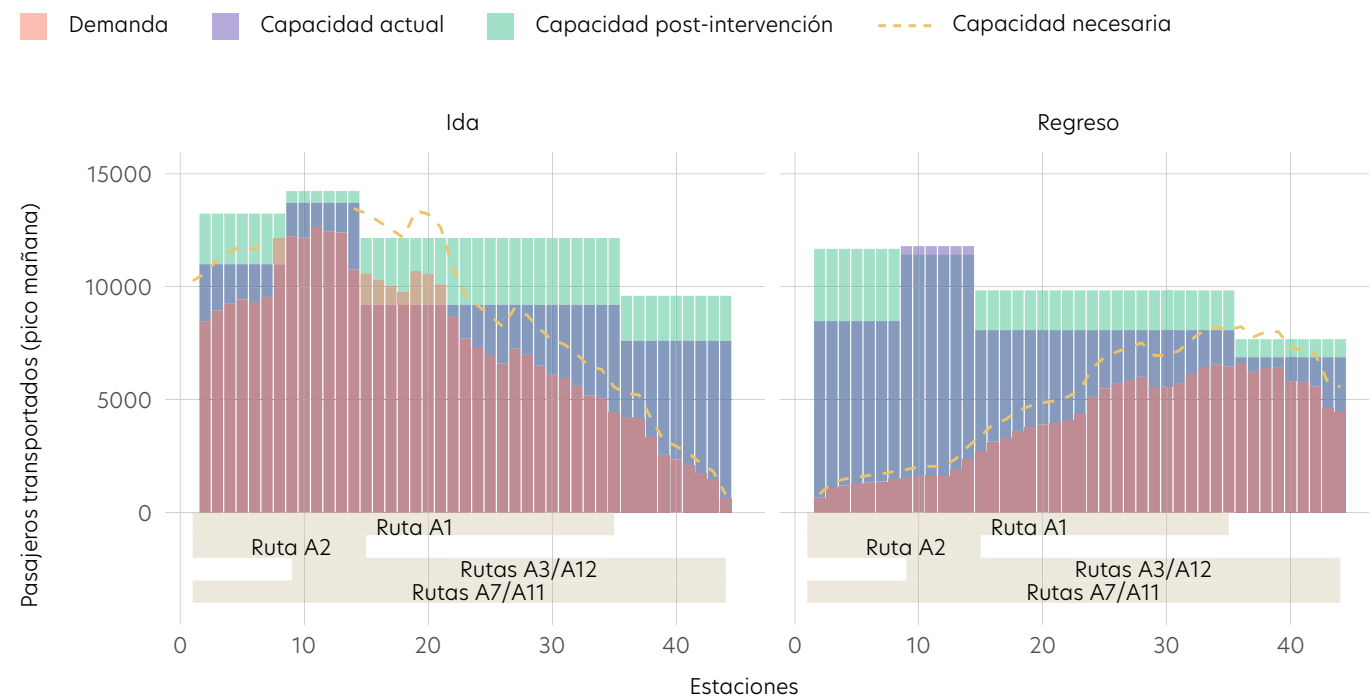
El cumplimiento de los servicios programados (sin superar la frecuencia de 70 vehículos por hora, que lleva a los mínimos intervalos practicables de 52 segundos), a pesar de mantener los intervalos en el tramo crítico de la Línea 1 en la hora pico mañana, aumentaría la frecuencia en el resto de las horas

del día, especialmente en el sentido de regreso. Eso reduce el tiempo gasto por los usuarios en niveles de ocupación promedio mayor que 80% (o más que 4.8 pasajeros por m<sup>2</sup> en los autobuses, en promedio) de 20.2% para 11.7%, pero también aumenta los tiempos en niveles de ocupación muy bajos (menor que 40% o menos que 2.4 pasajeros por m<sup>2</sup>), lo que tampoco es deseable para los sistemas de transporte público colectivo masivos.

El resultado del aumento de las frecuencias aumentaría en 6% el kilometraje recorrido por los autobuses articulados y en 13% el kilometraje diario recorrido por los autobuses biarticulados en días hábiles, lo que incrementaría especialmente los costos operativos.

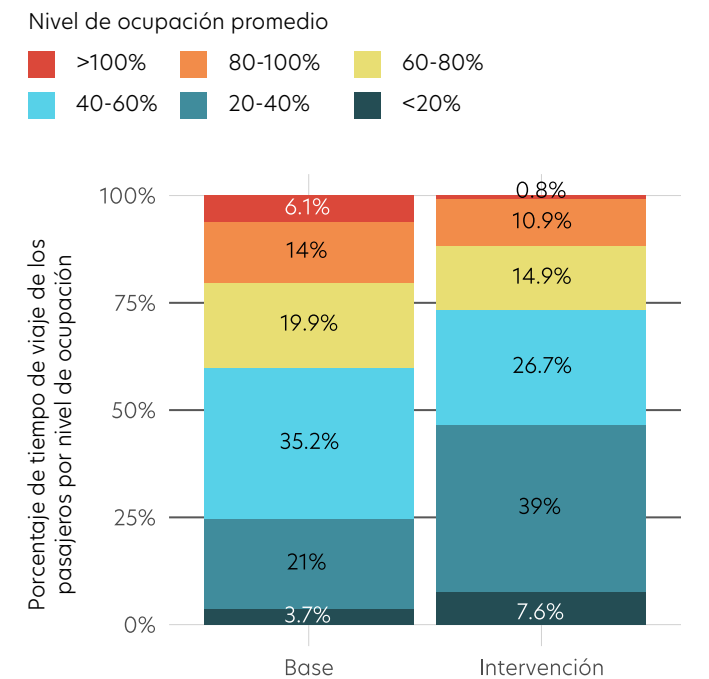
El impacto financiero total sería cerca de 5.1%, en especial por el aumento de 6.1% en los costos operativos. Los costos de capital, relacionados con un pequeño aumento de la flota de autobuses, sería de 0.2%.

**Figura 5-16. Perfil de oferta y demanda pre y post intervención de cumplimiento de los servicios programados para la Línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.**



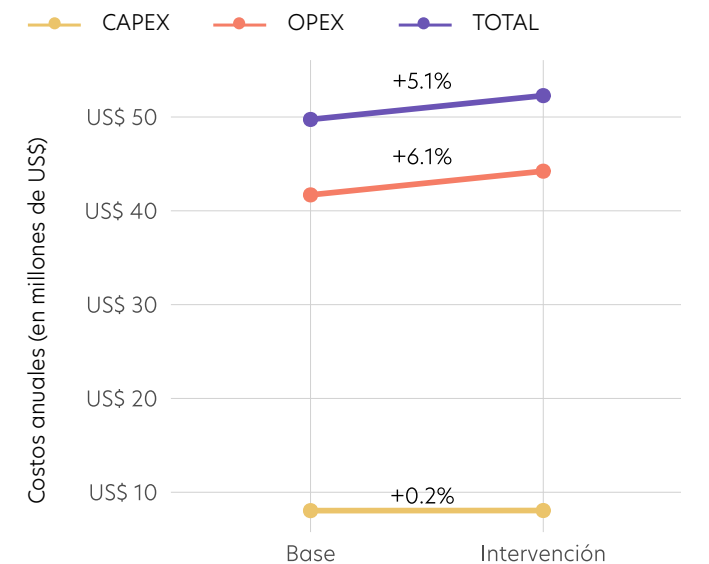
Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

**Figura 5-17. Impactos de la intervención de cumplimiento de los servicios programados en la distribución de los tiempos de viaje de los pasajeros por nivel de ocupación promedio para la Línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.**



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

**Figura 5-18. Costos operativos y de capital de la intervención de cumplimiento de los servicios programados para la Línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.**



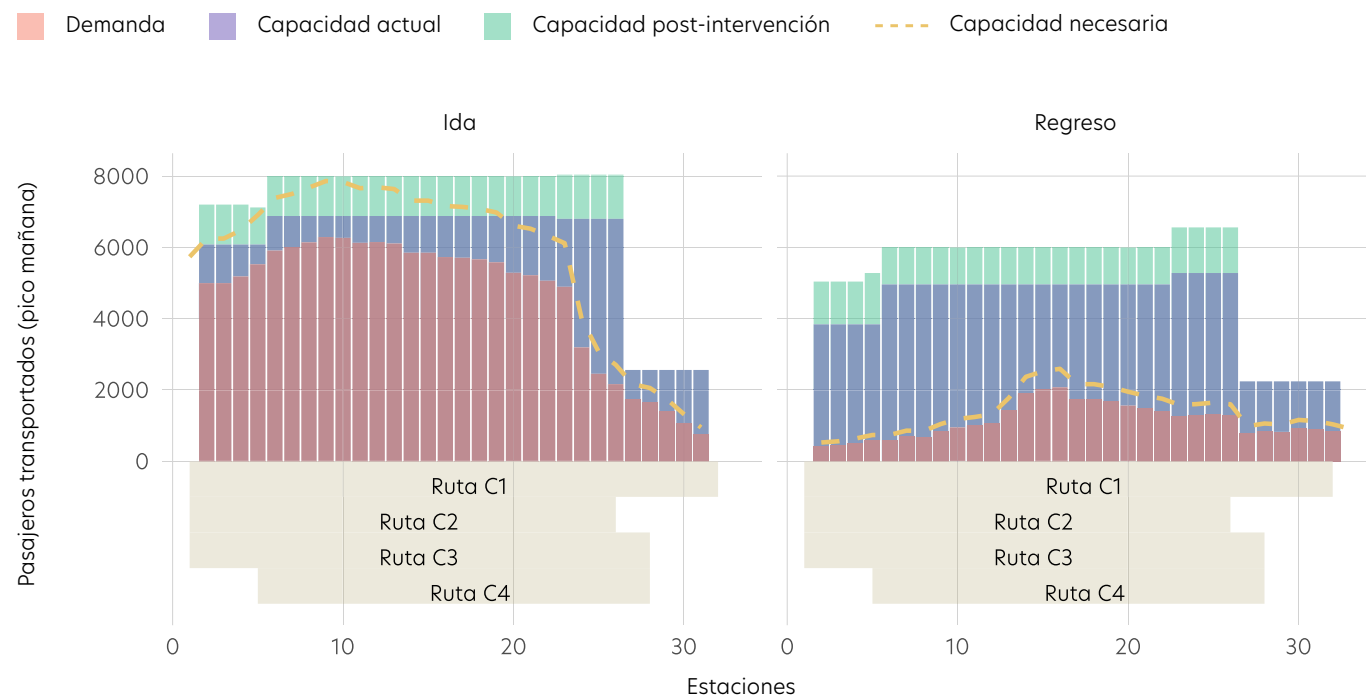
Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

### 5.3.2 Cambio por vehículos de mayor capacidad: Ejemplo de la Línea 2

Una posible solución para sistemas que ya operan con alta frecuencia y que necesitan aumentar su capacidad de transporte es reemplazar parcial o totalmente la flota de autobuses por vehículos mayores y, en consecuencia, aumentar la capacidad nominal del corredor sin aumentar la frecuencia. Evidentemente que su implementación no es trivial en términos de costos de inversión, de replanteamiento del plan de renovación de flota, de la eventual necesidad de adaptaciones físicas de estaciones con puertas y, dependiendo del modelo contractual, de redefinición de los términos de concesión. Pero en sistemas que buscan aumento de capacidad sin incrementos de frecuencias, puede representar una intervención factible, efectiva y conveniente.

El aumento de la capacidad de las unidades permite reducir los niveles de ocupación en tramos críticos sin reducir los intervalos practicados, con impacto positivo directo e inmediato en el servicio prestado a los usuarios. El proceso de cambio de la flota por autobuses de mayor porte puede inclusive ser sincronizado con el proceso de renovación de los autobuses de mayor edad a lo largo de los años, reduciendo los costos de implementación de la medida al compatibilizarla con la transición y reemplazos ya previstos.

Figura 5-19. Perfil de oferta y demanda pre y post intervención de cambio parcial de la flota para la Línea 2 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

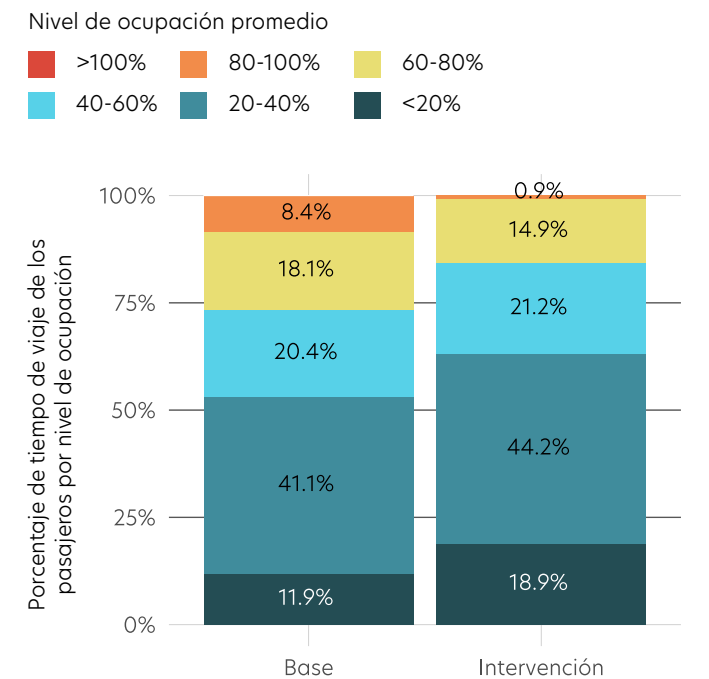
La Línea 2 de Metrobús es un buen ejemplo de donde esta medida podría ser implementada. Aumentar la frecuencia podría significar una saturación considerable de la capacidad de las estaciones del punto de vista de las condiciones operacionales para mantener la regularidad de los servicios, generando filas, provocando ineficiencias y aumentando los tiempos de viaje. Sin embargo, la operación, que actualmente utiliza únicamente autobuses articulados, permitiría su cambio por autobuses biarticulados. En este análisis, se evalúa el impacto del reemplazo parcial de la flota.

La Figura 5-19 muestra el perfil de oferta y demanda para la Línea 2 en la hora pico mañana (7h-8h). La capacidad actual considera los parámetros de dimensionamiento utilizados por Metrobús, de 6 pasajeros por m<sup>2</sup>, mientras que la capacidad necesaria, calculada en función de la demanda observada, considera niveles de ocupación promedio más confortables (cerca de 80% de la capacidad nominal o el equivalente a 4.8 pasajeros por m<sup>2</sup>). La capacidad post-intervención corresponde a la capacidad que podría ser alcanzada con el cambio de parte de los autobuses articulados por biarticulados.

El cambio de 41 autobuses articulados (o 44% de flota actual) por biarticulados con capacidad para un máximo de 240 pasajeros reduciría de los 8.4% actuales para apenas 1.5% del tiempo total de viaje de los pasajeros al día en niveles de ocupación promedio muy elevados (superior a 80% de la capacidad nominal).

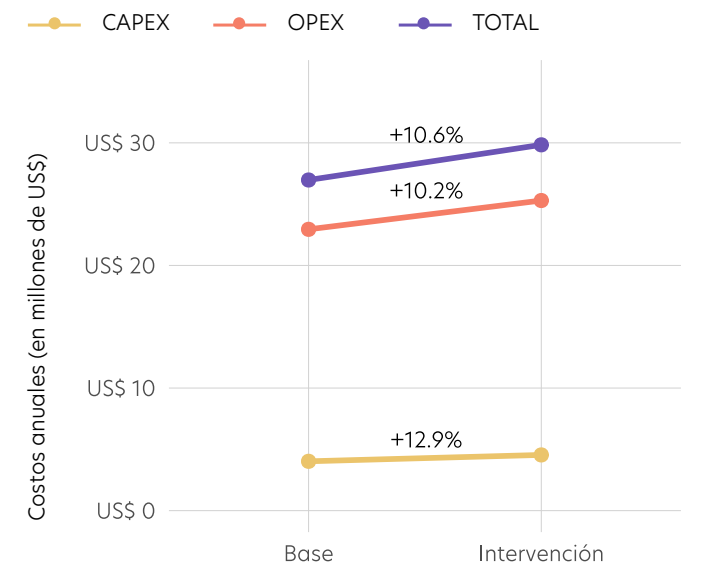
A pesar de mantener las frecuencias practicadas inalteradas comparado con la actual, el costo por kilómetro de operación en autobuses biarticulados es mayor que en articulados, principalmente debido al mayor consumo de combustible. Así, los más de 9 mil km diarios antes practicados por articulados y ahora practicados por autobuses biarticulados resultaría en un aumento de 10.2% de los costos operativos. Además, los costos de capital también sufren un aumento de magnitud similar por el cambio de parte de la flota, aunque representen una porción menor de los costos totales.

Figura 5-20. Impactos de la intervención de cambio parcial de la flota en la distribución de los tiempos de viaje de los pasajeros por nivel de ocupación promedio para la Línea 2 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

Figura 5-21. Costos operativos y de capital de la intervención de cambio parcial de la flota para la Línea 2 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

### 5.3.3 Cambio por vehículos de mayor capacidad con aumento de la frecuencia: Ejemplo de la Línea 7

En contextos de frecuencias ligeramente menores o cuando el cambio de vehículos por autobuses de mayor tamaño y capacidad nominal no es suficiente para alcanzar la capacidad necesaria para atender la demanda en niveles adecuados, es posible aumentar la frecuencia de paso, sea manteniendo la tipología vehicular existente o en combinación con la introducción de vehículos de capacidad superior.

El estudio de la Línea 7 de Metrobús permite ejemplificar esa combinación de medidas. En el pico de la mañana, solo reemplazar la flota con vehículos biarticulados puede ser suficiente para satisfacer la demanda en el escenario de plena recuperación del número de pasajeros prepandemia. Pero en el pico tarde, se requiere un aumento de capacidad nominal combinado con el aumento de frecuencias para alcanzar niveles de servicio más aceptables.

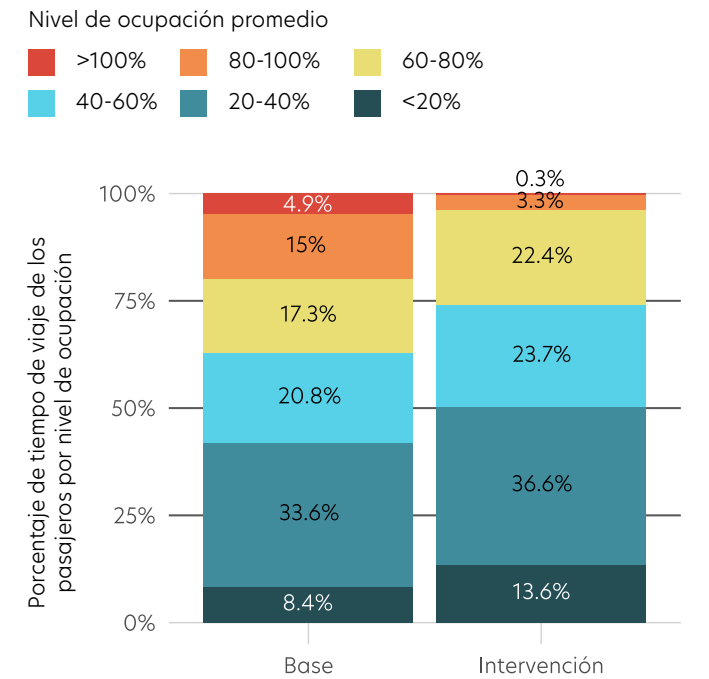
La Figura 5-23 muestra el perfil de oferta y demanda para la Línea 7 en la hora pico mañana (7h-8h). La capacidad actual considera los parámetros de dimensionamiento utilizados por Metrobús de 6 pasajeros por m<sup>2</sup>, mientras que la capacidad necesaria, calculada en función de la demanda observada, considera niveles de

ocupación promedio más confortables (cerca de 80% de la capacidad nominal o el equivalente a 4.8 pasajeros por m<sup>2</sup>). La capacidad post-intervención corresponde a la capacidad que podría ser alcanzada con el cambio parcial de autobuses doble piso por articulados, y con aumento simultáneo de la frecuencia total en el corredor.

Claro que el cambio de la flota tiene impactos simbólicos importantes para la ciudad, ya que los autobuses doble piso que operan en la Av. Paseo de la Reforma son frecuentemente utilizados para representar visualmente el sistema de Metrobús. Pero para las personas usuarias, la combinación de medidas resultaría en una mejora importante, con una reducción de 19.8% para apenas 3.7% de los tiempos de viaje en niveles de ocupación media mayor que 80%.

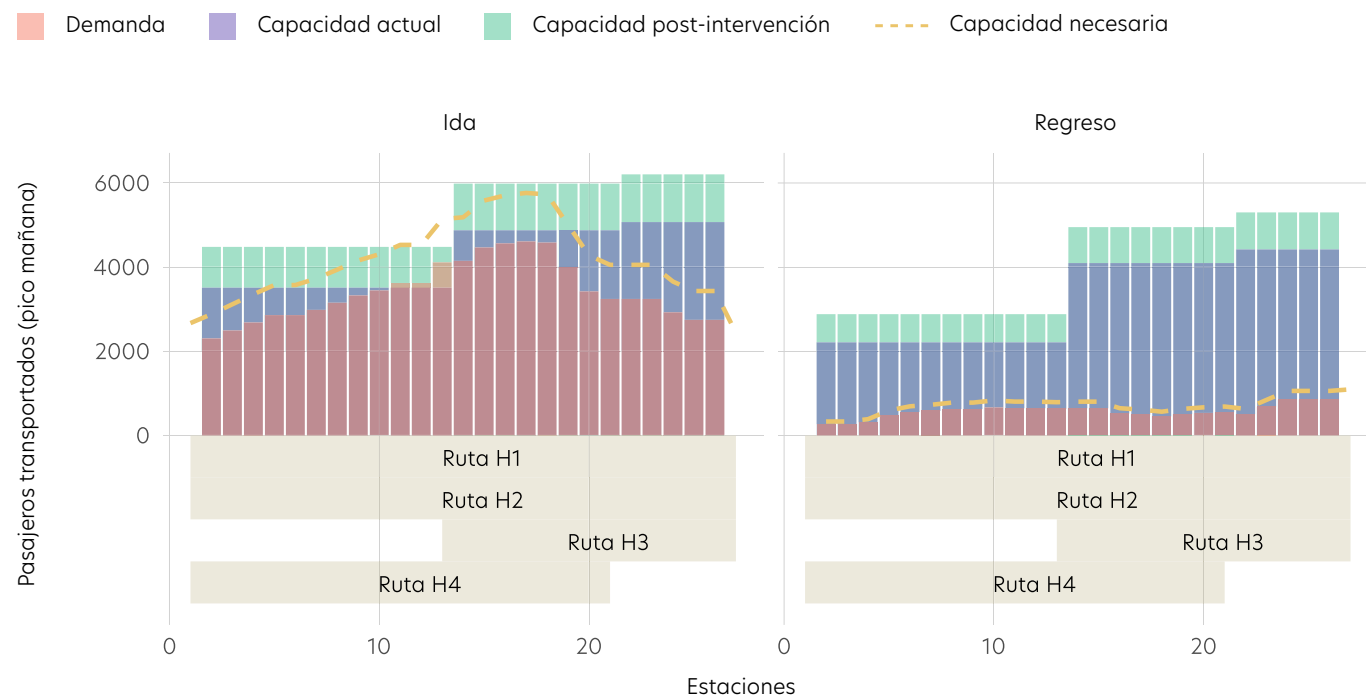
En términos de costos, aun con el aumento de la flota de autobuses incluyendo el cambio de parte de las unidades por vehículos articulados (específicamente aquí autobuses de piso bajo, siguiendo lineamientos de propuestas ya estudiadas por Metrobús) resulta en una reducción del CAPEX de cerca de 0.6%. Ese incremento tan poco significativo se debe a que los autobuses doble piso tienen costo bastante más reducido que los articulados. Los costos operativos aumentan en 4.4%.

**Figura 5-23. Impactos de la intervención de cambio parcial de la flota asociado a aumentos de frecuencia en la distribución de los tiempos de viaje de los pasajeros por nivel de ocupación promedio para la Línea 7 de Metrobús, Ciudad de México.**



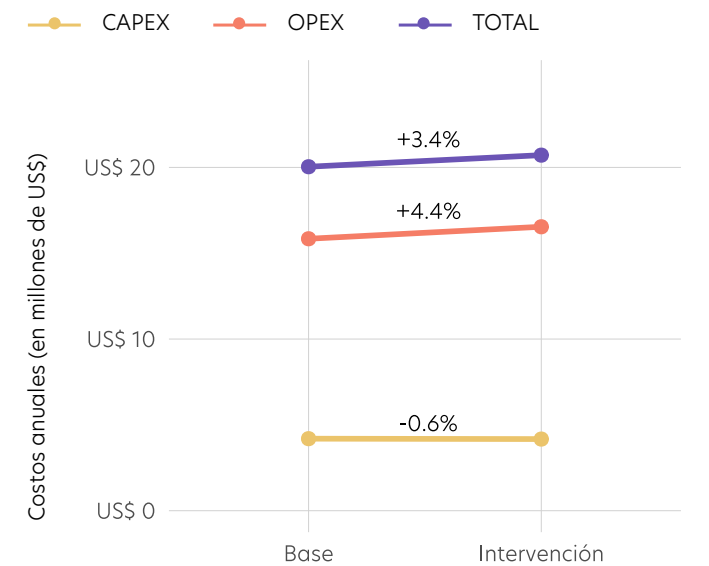
Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

**Figura 5-22. Perfil de oferta y demanda pre y post intervención de cambio parcial de la flota asociado a aumentos de frecuencia para la Línea 7 de Metrobús, Ciudad de México.**



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

**Figura 5-24. Costos operativos y de capital de la intervención de cambio parcial de la flota asociado a aumentos de frecuencia para la Línea 7 de Metrobús, Ciudad de México.**



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

### 5.3.4 Rutas semi-expresas en carril de rebase: Ejemplo de la Línea 1

En algunos contextos de oferta y demanda, la implementación de medidas más sencillas, especialmente dirigidas a la operación del sistema, como el cumplimiento de los intervalos programados, el cambio de flota o el aumento de frecuencia, no son suficientes para atender adecuadamente a los usuarios. La capacidad requerida a veces es mucho mayor a la capacidad máxima que la infraestructura del corredor permite alcanzar, considerando sus limitaciones físicas y operacionales. En este caso, pueden ser necesarias obras de infraestructura de mayor porte para permitir cambios significativos en la operación del sistema.

Una de esas medidas, tal como existente en otros sistemas BRT (Bus Rapid System) en América Latina, a ejemplo de Curitiba, Rio de Janeiro (Brasil), Bogotá (Colombia) o Guadalajara (México), consiste en contar con un carril adicional en el corredor que permita la operación simultánea de servicios paradores y servicios expresos y semi-expresos, especialmente en las horas pico. La creación de un segundo carril abre la posibilidad de que cuando un vehículo está parado en una estación, los demás pueden seguir circulando, lo cual elimina un obstáculo al incremento de la frecuencia

Figura 5-25. Ejemplo del corredor de BRT de Curitiba, en Brasil, que fue ampliado para permitir la operación de servicios semi-expresos y paradores.



Fuente: Joel Rocha, Secretaría Municipal de Comunicación Social de Curitiba.

mucho más allá de 60 o 70 buses por hora por sentido. Además de aumentar significativamente la capacidad de transporte de pasajeros, la medida también elimina parte considerable de los tiempos de parada de los buses que actualmente operan en el corredor, reduciendo tiempos de viaje y dando más aliento a la operación en casos de altísima frecuencia.

En la Línea 1 de Metrobús, por ejemplo, sería posible aumentar significativamente la capacidad ofertada con un carril adicional en cada sentido, por medio de la operación en intervalos menores que 1 minuto. Eso significaría retirar uno de los carriles actualmente dedicados a automóviles por sentido de la Avenida Insurgentes y transformarlo en carril exclusivo para los autobuses. Una intervención como esta no es una política de implementación simple, naturalmente enfrentaría una serie de desafíos y resistencias, pero en términos de factibilidad física permite mantener siempre al menos un carril por sentido para los autos. En compensación, además de los efectos evaluados en este análisis específicamente, esa transformación trae diversos otros beneficios, como la reducción de tiempo de viajes de los pasajeros de las rutas expresas, y abre la posibilidad de multiplicar la capacidad mucho más allá de la necesaria actualmente, permitiendo que la Línea 1 absorba más que el doble del número de pasajeros que transporte hoy en día (incorporando la flota adicional requerida, sin la presente restricción de frecuencia total).

Figura 5-26. Avenida Insurgentes Sur en la estación La Piedad de Metrobús.



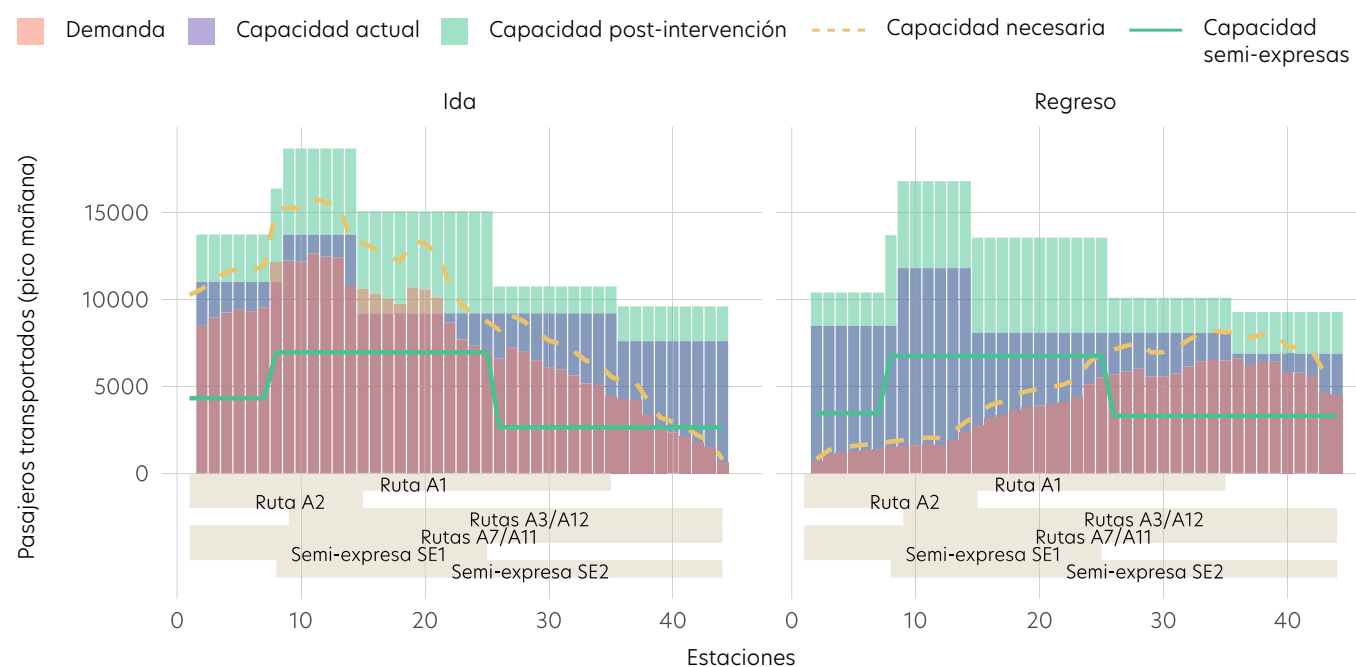
Fuente: David Escalante.

La Figura 5-29 muestra el perfil de oferta y demanda para la Línea 1 en la hora pico mañana (7h-8h). La capacidad actual considera los parámetros de dimensionamiento utilizados por Metrobús, de 6 pasajeros por m<sup>2</sup>, mientras que la capacidad necesaria, calculada en función de la demanda observada, considera niveles de ocupación promedio más confortables (cerca de 80% de la capacidad nominal o el equivalente a 4.8 pasajeros por m<sup>2</sup>).

La capacidad post-intervención corresponde a la capacidad que podría ser alcanzada con nuevas rutas semi-expresas, permitidas por el carril de rebase propuesto<sup>2</sup>. Para este ejercicio, se adoptaron en los horarios de pico cerca de 70% de la capacidad ofertada por servicios paradores y 30% por servicios semi-expresos. El diseño de las rutas semi-expresas toma en cuenta las necesidades de demanda, así como los lugares ya existentes con posibles retornos operacionales a lo largo del corredor.

<sup>2</sup> El escenario evaluado aquí alcanza 16mil pasajeros por hora por sentido, pero la implementación de carriles de rebase y ampliación de nuevos módulos en algunas estaciones permite llevar esa capacidad total a niveles significativamente más elevados, superando los 30mil pasajeros por hora por sentido en el tramo crítico utilizando una combinación de rutas expresas y semi expresas.

**Figura 5-27. Perfil de oferta y demanda pre y post intervención de rutas semi-expresas en carril de rebase para la Línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.**



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

El aumento en la capacidad ofertada post-intervención, con una mejor adherencia a la demanda por la incorporación de nuevas rutas semi-expresas, provoca una reducción estimada de 20.2% actuales para menos de 1% de los tiempos de viaje diarios de los usuarios a niveles de ocupación promedio superiores a 80%. Adicionalmente, otra ventaja de esta medida es que logra esa mejora la calidad sin incrementar sustancialmente la ociosidad del sistema, es decir, mantiene los tiempos de viaje en niveles de ocupación promedio inferiores a 40% prácticamente inalterados relativamente al escenario base.

Además, las rutas semi-expresas tienen el potencial de reducir los tiempos de viaje de una parte de los pasajeros transportados, ya que es posible practicar velocidades mayores en comparación con los servicios paradores. En este ejercicio, se considera una velocidad de poco más de 18 km/h en la hora pico para los servicios paradores (lo que corresponde a la velocidad actual) y de 30 km/h para los nuevos servicios semi-expresos. La reducción de tiempo de viaje de los pasajeros en días hábiles sería de la orden de 10 mil horas, lo que equivale a 5.5%

del total, y beneficiaría al menos 18% de los viajes efectuados en el corredor<sup>3</sup>.

Cabe destacar que un diseño operacional optimizado evidentemente podría lograr incluso mejores resultados. La introducción de servicios expresas y semi-expresos a partir de la implementación de carriles de rebase y módulos adicionales en estaciones clave abre la posibilidad de explorar incontables alternativas de diseño operacional, con enorme potencial de mejorar diversos aspectos del servicio, no sólo en reducir los niveles de ocupación, en ahorros de tiempo de viaje y optimización de flota, pero también en mejorar la confiabilidad del servicio al reducir muchísimo la saturación del corredor (lo que mejora la regularidad de paso).

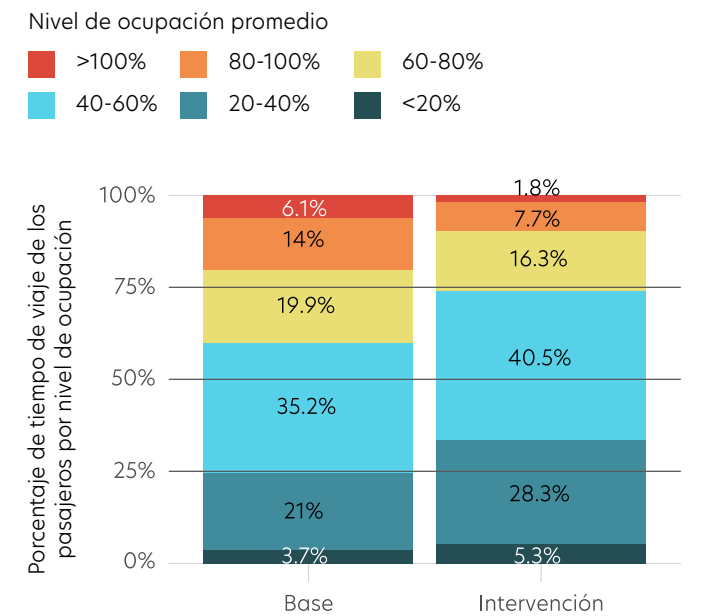
Lograr toda esa mejora de desempeño en la calidad, por otro lado, requiere más recursos. El impacto en los costos naturalmente es mayor que en las medidas antes mencionadas, con un incremento por la flota adicional de buses biarticulados y kilómetros adicionales de operación, resultando en un aumento de 13.6% en los costos de CAPEX y OPEX combinados. Además, existen costos de implementación de la infraestructura necesaria para la operación que también deben ser considerados, en especial para la construcción del carril adicional y de módulos adicionales en estaciones atendidas por las rutas semi-expresas.

Considerando los parámetros de costos unitarios por kilómetro del último corredor implementado por Metrobús (la extensión de la Línea 5, en 2020), el monto estimado para la construcción del carril adicional en la Línea 1, incluyendo la readecuación del espacio vial y la ampliación de las estaciones, sería de aproximadamente 150 millones de dólares. En un análisis simplificado para efectos de comparabilidad con los demás componentes, dividiéndolos

<sup>3</sup> Fueron contabilizados los pasajeros de la hora pico (cuando operarían los servicios semi-expresos) con entrada y salida en las estaciones atendidas por las nuevas rutas. Para la semi-expresa 1, consideran las estaciones Indios Verdes, Buenavista, Chilpancingo, Poliforum y Colonia del Valle. Para la semi-expresa 2, consideran las estaciones Manuel González, Insurgentes, Chilpancingo, Poliforum, Félix Cuevas, Dr. Galvéz, Perisur y El Caminero.

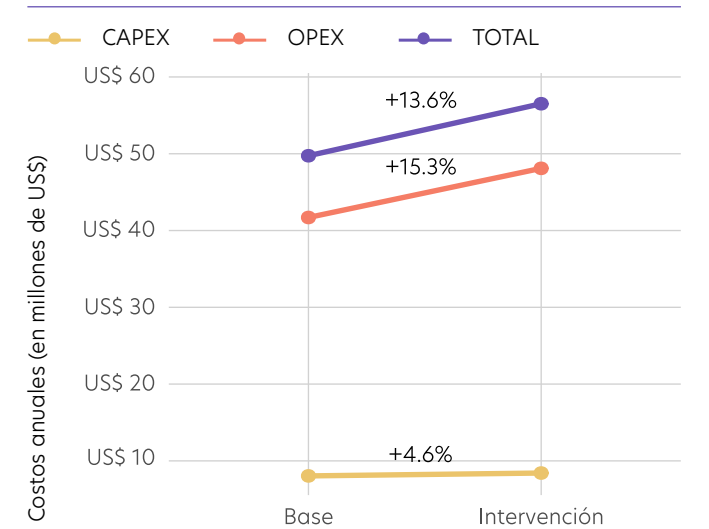
en un período de diez años, por ejemplo, los montos anuales podrían representar poco más de 30% de los costos totales anuales de la Línea 1 (CAPEX+OPEX).

**Figura 5-28. Impactos de la intervención de rutas semi-expresas en carril de rebase en la distribución de los tiempos de viaje de los pasajeros por nivel de ocupación promedio para la Línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.**



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

**Figura 5-29. Costos operativos y de capital de la intervención de rutas semi-expresas en carril de rebase para la Línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.**



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.



## 5.4 Estrategias generales de control y gestión del sistema

Muchos de los retos identificados en el diagnóstico de Metrobús son comunes a gran parte de los sistemas de transporte público colectivo en América Latina y pueden ser solucionados, o al menos mitigados, con acciones de gestión y control del servicio aplicables al sistema como un todo. Esas medidas son importantes especialmente para la mejora de aspectos de cumplimiento de la oferta programada y de regularidad, que por su parte también impactan indirectamente la ocupación en los vehículos.

En ese sentido, esta sección aborda medidas que no alteran el diseño de la red o la programación de la oferta, sino que aseguran las condiciones para que la oferta planificada se cumpla adecuadamente, bien como acciones que permitan identificar factores de calidad percibidos como insatisfactorios desde la perspectiva de las personas usuarias. Ambos tipos de medidas - las generales tratadas aquí y las de rediseño de oferta analizadas en la sección anterior -, claro está, son totalmente complementarias y deben ser entendidas y concebidas en combinación, como parte de una estrategia integral para mejorar el servicio.

Dentro de los aspectos de la operación que demandan un control efectivo para entregar la calidad planificada, se puede citar, en primer lugar, el **incumplimiento de oferta** programada (dentro de cada hora o período), ya que reduce la capacidad efectivamente ofertada a los usuarios, empeorando niveles de ocupación y tiempos de espera. En segundo lugar, la **falta de regularidad** también genera problemas de alta ocupación de vehículos y de estaciones, ya que las personas tienden a abordar los primeros buses, especialmente en contextos de menor frecuencia y confiabilidad de paso, o a amontonarse en las estaciones esperando por autobuses atrasados. Eso reduce la capacidad del sistema y compromete el nivel de servicio, incluso cuando todas las partidas se ejecutan en número absoluto conforme programado.

Además de esos dos aspectos, el fortalecimiento del control operacional resulta en una mejora general del servicio prestado (que también pueden ser monitoreados con otros indicadores) en función de, por ejemplo, aumentar la capacidad de respuesta de corto plazo del regulador del sistema para corregir la operación, o de brindar un registro preciso y detallado del sistema para aplicar mecanismos de gestión contractual que inducen a una mayor efectividad y eficiencia de los operadores en el mediano y largo plazo.

Así, son de gran relevancia medidas para el fortalecimiento de los procesos de evaluación y gestión de la calidad de servicio en términos de visibilizar y medir factores clave para la atractividad del servicio y de priorizarlos en las instancias de toma de decisión y de asignación de recursos. Se destacan tres tipos de medidas principales en ese sentido y que serán discutidas a continuación:

- Fortalecimiento de los procesos y protocolos de control operacional; como parte de esas iniciativas, incluir específicamente:
  - Introducir de manera efectiva el uso de indicadores de confiabilidad del servicio como parte del monitoreo y control de la operación;
  - Automatizar la generación de esos indicadores para potencializar su uso sistemático en la regulación del servicio;
- Incorporación de los indicadores de calidad de servicio en los contratos de concesión y en los parámetros de regulación y criterios de remuneración de los operadores.
- Realización de encuestas periódicas de satisfacción de personas usuarias y sistematización de quejas, para completar el ciclo de calidad y retroalimentar la gestión de calidad con la perspectiva de los pasajeros.

### 5.4.1 Fortalecimiento del control operacional para mejorar el uso de datos en la gestión del sistema y la calidad de servicio ofertada

El fortalecimiento del control operacional está relacionado con la incorporación masiva de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) en la operación y la creación de una estrategia amplia de gestión de datos e indicadores para el sistema, con integración de procesos, personas y equipamientos.

El centro de control operacional fortalecido permite la actuación del poder público en tiempo real, para corregir problemas puntuales en la operación y aplicar medidas de recuperación y regularización del servicio para la población, así como a nivel de evaluación de la calidad y eficiencia de la operación, lo que permite ajustar la programación horaria y exigir su cumplimiento por parte de los operadores.

Figura 5-30. Flujo simplificado de uso de datos operativos para la gestión del sistema de transporte público colectivo.



Los equipamientos embarcados en los autobuses y estaciones transmiten las informaciones de las validaciones y de la ubicación de los vehículos en tiempo real a un centro de control.

El equipo también acompaña la ubicación de los vehículos en tiempo real en paneles dinámicos y comunica fallas graves del servicio a las empresas operadoras y a los inspectores en los garajes y estaciones.

A los datos almacenados en la nube se acceden mediante ordenadores programados con códigos y rutinas previamente definidos, siguiendo protocolos y estándares de compatibilización e integración.

Así, es posible calcular indicadores de calidad del servicio de forma automatizada y crear dashboards con información accesible para técnicos y gestores.

Fuente: Elaboración propia.

Rio de Janeiro recientemente realizó la modernización y automatización del monitoreo y fiscalización de la operación. Hasta pocos años, la Prefeitura (alcaldía) dependía de los pocos fiscales en sitio para determinar el cumplimiento de los horarios programados, lo que resultaba en la falta de datos suficientes y de calidad. Ahora, por medio de la incorporación de exigencias a los operadores para mejorar la calidad de los datos enviados al poder público y de la contratación de programadores en el equipo de la secretaría de transportes, los datos de AVL alimentan un dashboard interactivo y permiten la aplicación de penalidades a las empresas que no cumplen con los criterios mínimos con solo "un botón".

Además, los procesos de monitoreo y evaluación periódica usando los indicadores generados automáticamente deben retroalimentar la gestión de calidad, con procedimientos adoptados en los diferentes niveles de intervención y de toma de decisión: estratégico, táctico y operacional. Así, reportes diarios, semanales y mensuales pueden informar las decisiones tomadas por técnicos y gestores acerca de las intervenciones necesarias en los sistemas, sea por medio de cambios operacionales, en especial a partir de la programación horaria, o por medio de cambios infraestructurales, que involucran decisiones estratégicas para las ciudades.

Figura 5-31. Centro de control operacional del sistema de transporte público colectivo de Curitiba, en Brasil.



Fuente: Cesar Brustolin, Secretaría Municipal de Comunicación Social de Curitiba.

Figura 5-32. Centro de control operacional del sistema de transporte público colectivo de Jundiaí, en Brasil.



Fuente: Prefeitura Municipal de Jundiaí.

De manera general, el fortalecimiento del centro de control operacional depende del aumento de la capacidad técnica instalada en las secretarías o instituciones responsables por la gestión de los sistemas de transporte público colectivo, en términos de:

- Recursos físicos, con un espacio dedicado y equipado con pantallas y computadoras razonablemente potentes que permitan el procesamiento de un gran volumen de datos;
- Recursos tecnológicos, con softwares, servidores y/o espacio en nube con gran capacidad de almacenamiento de datos;
- Recursos humanos, con la contratación y formación de equipos capacitados en lenguajes de programación y técnicas de sistemas de informaciones geográficas (SIG) para manipulación de Big Data.

En muchas ciudades que ya cuentan con centros de control integrados multisectoriales, que abarcan el monitoreo del transporte público juntamente con tránsito, seguridad y otras áreas de la gestión pública, puede ser de utilidad sacar provecho de la capacidad instalada en términos de infraestructura, equipos y personal, aprovechando sinergias y experiencia acumulada. Sin embargo, en los casos donde no existen instalaciones de ese tipo, es posible implementar inicialmente un sistema de monitoreo y control del transporte público con equipos bastante más simples, basados en computadores personales con capacidad suficiente y conexión adecuada, y progresivamente ampliar la escala conforme las necesidades y la experiencia local lo demuestren, dictado por la propia curva de aprendizaje.

## Implementación de medidas de monitoreo con indicadores de la confiabilidad del servicio, relacionadas con el cumplimiento y la regularidad de la oferta a la población

El uso sistemático de indicadores de cumplimiento de partidas (discutidos en mayor profundidad en el capítulo 4), en estaciones iniciales de cada ruta y para cada intervalo horario, puede apuntar problemas en la operación de la programación previamente definida e indicar acciones necesarias por línea, tramo y/o períodos específicos. Así, es posible resolver la falta de oferta en períodos pico y evitar el exceso de oferta en períodos fuera pico, lo que contribuye para la optimización del sistema y la mejora en la calidad del servicio.

Adicionalmente, el uso de **indicadores de regularidad o de puntualidad** (también discutidos en mayor profundidad en el capítulo 4), para servicios de alta y de baja frecuencia respectivamente, ayuda a identificar tramos y horarios con índices más críticos y así diagnosticar causas, proponer e implementar acciones de mitigación y reducción de interferencias (internas y externas) sobre la operación. La falta de regularidad y de puntualidad, además de generar incertidumbres en el tiempo de espera y falta de previsibilidad para las personas usuarias, también causa problemas de alta ocupación de vehículos y de estaciones, reduciendo la capacidad del sistema y comprometiendo el nivel de servicio, incluso cuando todas las partidas se ejecutan en número absoluto conforme programado.

Estos dos indicadores utilizan datos relativamente simples (ver capítulo 4), ya colectados de forma

automática por muchos sistemas de transporte público colectivo en América Latina, incluso Metrobús. En sistemas con menor tecnología implantada, fiscales en los garajes o estaciones iniciales anotan manualmente los horarios de las partidas y llegadas de los autobuses, y los envían al centro de control operacional. Con estos datos, el cálculo de los indicadores puede ser realizado por el equipo utilizando herramientas bastante simples, como hojas de Excel o similares, bien como a través de la alimentación de plataformas más complejas de apoyo al monitoreo y evaluación del servicio. La existencia de un sistema estructurado para el cálculo recurrente y sistemático de los principales indicadores posibilita la generación de reportes periódicos con los resultados más relevantes para cada finalidad y en cada nivel de decisión (estratégico, táctico y operacional).

El proceso de control y registro de las informaciones operacionales realizado de forma manual genera potencialmente diversos problemas. En primer lugar, son necesarias muchas personas en sitio para fiscalizar las llegadas y salidas de los autobuses, en especial en grandes ciudades y sistemas de transporte público colectivo con un número significativo de vehículos y servicios diarios. En segundo lugar, por errores humanos o por situaciones de acoso de los fiscales por parte de los operadores, el proceso manual genera incertidumbres en los datos colectados y reduce la confiabilidad de los indicadores calculados. Por ese motivo es fundamental que, junto con los sistemas de medición sistemática de los indicadores, se implementen de manera asociada un conjunto de procesos, con protocolos y criterios claros, para el levantamiento, integración, tratamiento y consolidación de los datos base que alimentan el cálculo de esos indicadores, tal como discutido a continuación.

## Incorporación de tecnologías para la generación automática de indicadores

La incorporación sistemática de datos de AVL y del sistema de pago para la **generación automática de indicadores** para el análisis de cumplimiento de viajes, regularidad y ocupación, entre otros, reduce la necesidad de fiscales en sitio y aumenta la confiabilidad y periodicidad de los datos colectados, haciendo el proceso de utilización de datos e indicadores bastante más eficiente. Paralelamente, también genera indicadores más precisos y seguros. Para eso, es fundamental invertir en los equipos embarcados en los vehículos y en las estaciones, y asegurar que los datos sean accedidos y controlados por el ente planificador y gestor del sistema, siendo transmitidos automáticamente al centro de control operacional.

Un problema común en sistemas de transporte público colectivo en que los equipos de AVL y de validación son oriundos de diferentes proveedores de tecnología o en sistemas operados por diferentes concesionarios o empresas operadoras donde la implantación de la tecnología embarcada es de responsabilidad del operador, es la incompatibilidad de los formatos y códigos de la salida de los datos colectados.

Así, un paso importante para la gestión de la calidad es asegurar la **estandarización de procesos de recopilación y sistematización de datos** para todas las líneas, con la generación de reportes en el mismo formato de salida de datos, y con compatibilización entre todos los códigos referentes a líneas, rutas, estaciones y vehículos en las diferentes bases de datos. Eso facilita la implantación de rutinas de procesamiento, tratamiento y cálculo automatizado y periódico de indicadores de calidad del servicio, posibilitando la integración de las distintas fuentes de datos en una única base de datos consolidada.

Además, debido al grande volumen de datos colectados, la manipulación de esas informaciones por parte del ente planificador y gestor del sistema pasa por el fortalecimiento del centro de control operacional, lo que representa un volumen mayor de inversiones al sistema.

Figura 5-33. Ejemplo de los formatos de salida de los datos operativos, incluyendo hora de paso en las estaciones (arriba a la izquierda), tiempo de viaje entre estaciones (arriba a la derecha), programación horaria (centro) y validaciones en las estaciones (abajo a la izquierda).

#### PASOS POR PARADA

FECHA	SERVICIO_ID	ECONÓMICO	RUTA	PARADA	SENTIDO	HR_PASO
08/05/2021	30469783	1050	A1	101-VERDE	Ida	05:15:04
08/05/2021	30469783	1050	A1	103-DEP18	Ida	05:22:32
08/05/2021	30469783	1050	A1	105-EUZKA	Ida	05:23:40
08/05/2021	30469783	1050	A1	107-POTRE	Ida	05:25:03
08/05/2021	30469783	1050	A1	109-RAZA1	Ida	05:26:48
08/05/2021	30469783	1050	A1	111-CIRC1	Ida	05:28:25
08/05/2021	30469783	1050	A1	113-SIMON	Ida	05:29:22

#### TIEMPO ENTRE ESTACIONES

FECHA	CORRIDA	RUTA	AUTOBUSES	FH-EST	ESTACIÓN	TIEMPO
2021-05-08	1001	A1	XXX-1127B	4.75	VERDE - DEP18	00:02:05
2021-05-08	1001	A1	XXX-1127B	5.00	DEP18 - EUZKA	00:01:07
2021-05-08	1001	A1	XXX-1127B	5.00	EUZKA - POTRE	00:01:24
2021-05-08	1001	A1	XXX-1127B	5.00	POTRE - RAZA1	00:01:46
2021-05-08	1001	A1	XXX-1127B	5.00	RAZA1 - CIRC1	00:01:35
2021-05-08	1001	A1	XXX-1127B	5.00	CIRC1 - SIMON	00:00:55
2021-05-08	1001	A1	XXX-1127B	5.00	SIMON - MGLEZ	00:01:21

#### PROGRAMACIÓN HORARIA

CORRIDA	EMPRESA	ORIGEN / DESTINO	NÚMERO DE VUELTAS																		
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9									
1	XXX-BIA	PATIO NORTE	04:55																		22:27
		INDIOS VERDES		05:00	07:08	07:12	09:19	09:23	11:33	11:36	13:46	13:49	15:59	16:03	18:10	18:13	20:18	20:22	22:24	22:24	
		INSURGENTES	05:00	05:25	06:45	07:36	08:56	09:47	11:10	12:00	13:23	14:13	15:36	16:25	17:48	18:38	19:55	20:45	22:02		
		DR. GÁLVEZ		06:03	06:09	08:14	08:20	10:26	10:32	12:39	12:45	14:52	14:58	17:04	17:10	19:13	19:19	21:20	21:26		

#### VALIDACIONES EN LAS ESTACIONES

NUM_TARJETA	FECHA_OPERACION	TRANSACTION_TYPE	ESTACION	ID_OPERACION	LINEA
2.70305E+16	08/05/2021 05:00	4	INDIOS VERDE	4274221055	1
3361031747	08/05/2021 05:00	3	AYUNTAMIENTO	4274242275	1
3276021776	08/05/2021 05:00	3	DR GALVEZ SU	4274286181	1
2483783818	08/05/2021 05:00	3	LA RAZA	4274436785	1
2480047550	08/05/2021 05:00	3	SONORA	4274321762	1
2484004453	08/05/2021 05:00	3	REFORMA	4274247946	1
3276613771	08/05/2021 05:00	3	INDIOS VERDE	4274292709	1
3366386407	08/05/2021 05:00	3	HAMBURGO	4274201206	1

Considerando las dificultades, complejidades y desafíos para la integración y compatibilización de fuentes diversas, es posible avanzar progresivamente hacia la estandarización de:

- Los nombres de estaciones, lo que permite la unión automática de bases de datos;
- los formatos de fecha y hora, lo que reduce la necesidad de ajustes previos;
- los nombres de las columnas que indican la misma información (estaciones, empresas, corridas, etc.), facilitando la comprensión de los datos disponibles.

Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

## 5.4.2 Incorporación de indicadores de calidad de servicio en los contratos de concesión y en los parámetros de regulación y remuneración a los prestadores de servicio

Construida la estructura de gestión y monitoreo de indicadores de calidad del servicio de transporte público colectivo, es fundamental que los contratos de concesión ofrezcan el soporte jurídico necesario para permitir la cobranza, por parte de la autoridad pública, regulador o poder concedente, del cumplimiento de los servicios programados y de estándares mínimos de calidad del servicio por los operadores, incluido parámetros operativos, como regularidad y puntualidad, así como parámetros físicos, como mantenimiento de la flota, por ejemplo.

Eso significa **la definición clara de los criterios exigidos, valores mínimos o máximos aceptables y las sanciones o penalidades asociadas a cada criterio**. También, presupone una estructura de transparencia, comunicación y fiscalización entre la autoridad pública (ente gestor, regulador o poder concedente) y concesionarias, que viabilice el compartimiento de los resultados periódicos de la evaluación de calidad y los datos utilizados para el cálculo de los indicadores, con fines de verificación y auditoría.

Además de la aplicación de penalizaciones por el incumplimiento de criterios mínimos previamente definidos por la autoridad pública, los mecanismos contractuales también pueden funcionar como incentivos positivos para que los operadores aumenten los niveles de servicio. **El pago por costo del servicio asociado a indicadores de calidad que impactan directamente la remuneración**, por ejemplo, estimula los operadores a mejorar progresivamente su desempeño para obtener mayores recursos financieros provenientes del contrato, resultando en aumentos de la calidad del servicio prestado a la población.

Otros importantes mecanismos de incentivo positivo a los operadores están relacionados con la duración y tamaño de los contratos. En primer lugar, **contratos más cortos y con licitaciones vinculadas al desempeño previo en contratos y experiencias anteriores con la ciudad**, cuando existieron, aumentan la competitividad, premian buenos operadores y reducen los vínculos entre las autoridades y los concesionarios. Además, permiten incorporar más fácilmente los cambios del desarrollo de tecnologías de gestión de datos y en el propio debate público, resultando en contratos más modernos y adherentes a los contextos local y global.

En segundo lugar, **contratos con escopo reducido, separando, por ejemplo, la tecnología embarcada, la provisión de los garajes y de la flota, y la operación del servicio** también pueden contribuir de manera significativa para aumentar la competitividad de la licitación (reduciendo barreras de entrada y ampliando el número de interesados en la concurrencia), reducir conflictos de interés (entre operadores y proveedores de tecnología, por ejemplo) y aumentar el poder de negociación del

gobierno (en su rol de poder concedente), permitiendo la incorporación de mayores niveles de exigencias en términos de calidad.

Esos cambios representan una modernización cualitativa en la regulación de la mayoría de los sistemas de transporte público colectivo en América Latina, que tienden a presentar modelos de contratación bastante precarios, muchas veces por autorización o permisión, o contratos de contratación muy largos (20 a 30 años, prorrogables) y que definen la remuneración de los operadores predominantemente basada en el número de pasajeros transportados.

### CUADRO: EJEMPLOS DE SISTEMAS QUE INCORPORAN INDICADORES DE CALIDAD EN LOS CONTRATOS DE CONCESIÓN.

Varios sistemas de transporte público colectivo ya adoptan indicadores de calidad y los incluyen en los contratos de concesión, con impactos sobre la remuneración de los operadores.

En el sistema convencional de buses de **Londres (Inglaterra)**, los contratos de concesión incluyen indicadores de disponibilidad y regularidad, cuyo cálculo es definido separadamente para servicios de alta y baja frecuencia. De acuerdo con el cumplimiento con los estándares de calidad, son concedidas bonificaciones y sanciones que llegan a hasta 15% y 10% del costo base de operación, respectivamente. La remuneración base baja, con poco margen de utilidades, se asocia a contratos cortos de 5 años, que permiten la extensión de 2 años a las empresas que cumplan con los estándares de calidad.

En el sistema de buses del **Área Metropolitana de Barcelona (España)**, la remuneración de las empresas operadoras se calcula por el costo de recorrido e incluye indicadores de la calidad percibida por las personas usuarias y de la calidad producida por los operadores:

- La calidad percibida se evalúa por encuestas semestrales con perfil de edad, género, motivo del viaje, frecuencia de uso, etc. Para esa finalidad, la AMB (administración pública del área metropolitana de Barcelona) realiza anualmente entrevistas a 6000 personas usuarias de los buses, donde se pregunta

la importancia y satisfacción sobre aspectos como frecuencia, velocidad, puntualidad, transbordo, seguridad y comodidad, entre otros.

- La calidad producida se evalúa por cinco indicadores: puntualidad, calidad de los autobuses, calidad de las paradas, demora en la respuesta a quejas y disponibilidad de la información dinámica en las paradas y en la aplicación.

Los estándares de calidad varían anualmente y son calculados con base en el promedio del indicador alcanzado por todos los operadores, lo que estimula la competitividad. La bonificación puede alcanzar hasta el 5% del valor base del contrato y, a pesar del pequeño porcentaje, ella puede corresponder al doble del beneficio previsto en los contratos, que duran cerca de 10 años.

En el Sistema Integrado de Transporte Público de **Bogotá (Colombia)**, la Evaluación Integral de la Calidad del Servicio (EIC) está conformada por un conjunto de indicadores cuantitativos que miden el desempeño del operador de servicio con base en la gestión de seguridad vial, de la operación, del mantenimiento y de la conducta operacional. La evaluación se da mensual y trimestralmente y aún no tiene efectos sobre la remuneración. Al contrario, la bonificación a los operadores del sistema troncal es calculada en función del índice de desempeño solo en términos de regularidad, puntualidad y satisfacción. El monto para el cálculo de

la bonificación está dado por la suma de las sanciones aplicadas a los operadores que no alcanzaron los niveles de calidad.

El sistema de buses de la ciudad de **São Paulo (Brasil)** cuenta con múltiples evaluaciones de calidad y desempeño. El índice de calidad del transporte (IQT) es el más completo, calculado mensual y semestralmente, y utilizado para el monitoreo la operación. Si la empresa operadora presenta, por dos meses consecutivos, resultados insatisfactorios en el IQT, deberá elaborar y remitir un

informe con la identificación del problema, análisis de las causas y un plan de acción. El IQT aparece también en los contratos de concesión con previsión de impacto en la remuneración, junto a otros indicadores (aunque su inicio ha sido prorrogado para adopción futura, y todavía no se aplica en la fórmula de remuneración en la práctica):

- Un indicador de desempeño (ID) dado por la disponibilidad de flota, cumplimiento de viajes y un factor de calidad de transporte basado en la evaluación mensual del IQT.
- Un indicador de calidad (IQ), compuesto por el IQT y índices de accidentes con víctimas, mantenimiento y emisión de contaminantes.
- Un indicador de productividad (Pro), en función de la demanda.

En el Sistema de buses del **Área Metropolitana de Santiago (Chile)**, la remuneración a los operadores es calculada por pasajero transportado y por kilómetro adicional. Son aplicados descuentos si los indicadores de calidad operacional (en especial de cumplimiento de viajes, regularidad y mantenimiento de la flota) están fuera de los estándares definidos por la administración. Además, también existe una bonificación por buen desempeño de acuerdo con la evaluación de los usuarios.

El tablero a continuación ofrece un resumen de los criterios monitoreados y/o previstos en los contratos de concesión de los sistemas de transporte público colectivo mencionados.

Figura 5-34. Ejemplos de criterios de calidad previstos en los contratos de concesión de sistemas de transporte público colectivo.

■ Bonus ■ Sanciones ■ Monitor ■ Recisión del contrato

**PERSPECTIVA: OPERADORES**

GRUPO	CRITERIO	INDICADORES	LONDRES (TFL)	BOGOTÁ (SITP)	SÃO PAULO (SPTRANS)	SANTIAGO (DTPM)	BARCELONA (AMB)
RECURSOS	Infraestructura de acceso y circulación del TPC						
	Flota	Disponibilidad de la flota					
	Sistemas tecnológicos	Funcionamiento de ITS y transmisión de datos					
	Patios y garajes						
	Recursos humanos y condición de trabajo	Habilidades técnicas de los conductores Índice de infracciones por kilómetro					
EFICIENCIA OPERACIONAL	Velocidad y tiempos de ciclo						
	Desempeño operacional	Índice de fallas					
		Índice de demanda					
	Relación demanda y oferta	Cumplimiento de viajes					
		Cumplimiento de kilometraje Cumplimiento de capacidad					
Costo operacional							
DISPONIBILIDAD Y ACCESO AL SERVICIO	Cobertura y población atendida						
	Horario de operación						
	Información usuarios sobre la red y la oferta	Informaciones del servicio					
	Accesibilidad universal (acceso al servicio para personas con movilidad reducida)						
	Intermodalidad						
CONVENIENCIA, CONFIABILIDAD Y CONFORT (EXPERIENCIA DE VIAJE)	Costo de transporte y sistema de pago	Condiciones del sistema de pago					
	Ocupación	Ocupación de los vehículos					
	Tiempo de viaje de los usuarios	Tiempo de espera					
	Confiabilidad y previsibilidad	Salidas puntuales					
	Conectividad de la red						
SEGURIDAD EN EL ACCESO Y USO DEL SERVICIO	Confort y conveniencia en los viajes	Conservación y limpieza del vehículo					
	Seguridad personal	Índice de delitos					
	Seguridad de las mujeres						
	Seguridad vial	Cumplimiento de las cláusulas de seguridad					
		Planes de seguridad y riesgo					
IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES A LA COMUNIDAD COMO UN TODO		Índice de incidentes					
	Acceso a oportunidades						
	Eficiencia energética y emisiones	Aprobación de emisiones de los vehículos					
	Nivel de ruido						

PERSPECTIVA: PERSONAS USUARIAS

GRUPO	INDICADORES	LONDRES (TFL)	BOGOTÁ (SITP)	SÃO PAULO (SPTRANS)	SANTIAGO (DTPM)	BARCELONA (AMB)
ÍNDICES GLOBALES O POR PONDERACIÓN DE CRITERIOS.	Índice de satisfacción de los usuarios					
	Reclamaciones					

Fuente: Elaboración propia.



### 5.4.3 Realización de encuestas periódicas de percepción de personas usuarias y fortalecimiento del reporte y sistematización de resultados y quejas

---

Del otro lado del ciclo de gestión de calidad de sistemas de transporte público colectivo, la percepción de los usuarios es, en general, poco considerada en los procesos de planificación y prestación de los servicios, a pesar de ser fundamental para dar soporte a la identificación de prioridades y a la evaluación de puntos de atención relativos a la satisfacción de los pasajeros con el servicio y la atractividad del sistema. El capítulo 3 aborda en mayor detalle los aspectos metodológicos de este asunto, que se retoma aquí para discutir su uso como instrumento de gestión y mejora de la calidad de servicio.

La **sistematización de las quejas, reclamaciones y sugerencias** recibidas en los canales de comunicación son el primer paso para incorporar la perspectiva de los usuarios y demandan costos bastante reducidos. En general, son necesarias plataformas integradas que reciban las opiniones enviadas por canales de comunicación virtuales (en sitios web y/o redes sociales) y presenciales (en las estaciones o terminales) y un equipo dedicado para analizar, sistematizar y transferir los llamados para las áreas de interés, así como garantizar que las quejas sean consideradas y respondidas. Sin embargo, a pesar de importantes, la sistematización de quejas aún no es suficiente para capturar de manera robusta la percepción de las personas que utilizan cotidiana o eventualmente el sistema de transporte público colectivo. Eso porque tienen una baja tasa de participación y un sesgo inherente de un canal que recibe pasivamente quejas y reclamos, en lugar de buscar el dato activamente y con preocupación de representatividad estadística. Además de incluir desproporcionalmente más puntos negativos de los sistemas, muchas personas dejan de relatar casos de acoso, sentimientos de inseguridad o problemas que ya consideran comunes al sistema, como altos niveles de ocupación, por ejemplo.

Para tanto, las encuestas periódicas de percepción y satisfacción de personas usuarias son fundamentales y deben ser incorporadas como instrumento de evaluación y planeación. La **sistematización de los procesos de programación, diseño y recolección de las encuestas de percepción**, a partir de las iniciativas que ya se realizan actualmente en muchos sistemas, incluso Metrobús, puede contribuir para eso, evitándose discontinuidades y aumentando la capacidad de procesamiento y reporte de los resultados.

La realización periódica de encuestas, con metodologías similares, también permite la **creación de series históricas** que posibilita a los gestores evaluar tendencias, agravamiento de situaciones problemáticas, surgimiento de nuevos puntos de atención y/o eventuales reflejos de intervenciones en la evaluación positiva de determinados criterios de calidad.

Cabe destacar la relevancia de incluir preguntas que permitan **identificar la importancia relativa de cada criterio de calidad**, atribuyendo pesos diferentes a cada uno según la percepción de los entrevistados, para auxiliar en la priorización de los puntos de atención. Además, siempre que posible, desagregar los análisis por grupo social (como clase social, género, grupo étnico-racial, edad, entre otras características relevantes) enriquece el análisis y permite el diseño de políticas de inclusión que actúen sobre las desigualdades y barreras existentes, ya que las personas tienen diferentes demandas y experiencias en sus desplazamientos cotidianos.

La implantación de estas medidas depende de un equipo con responsabilidades fijas de planear y aplicar las encuestas de percepción de manera sistemática, incluyendo la contratación de consultorías y equipos de apoyo cuando necesario, y de analizar los resultados en comparación con los resultados de las encuestas anteriores. Ese equipo también es responsable por comunicar los resultados a los gestores y técnicos responsables por la programación de los servicios, a fin de buscar soluciones para corregir los problemas encontrados y diseñar políticas específicas para las diferentes líneas y para los diferentes grupos sociales.



## 5.5 Consideraciones sobre las medidas analizadas

---

El análisis de estrategias para mejorar la calidad de servicio utilizando los indicadores propuestos permite evaluar el impacto potencial de determinadas medidas sobre la calidad de servicio y comparar con los costos necesarios para su implantación y operación. Este capítulo muestra como las herramientas de análisis discutidas en los capítulos anteriores como instrumentos de monitoreo de la calidad del servicio brindada a los usuarios pueden ser aplicadas para la planificación y evaluación de escenarios hipotéticos para soporte de la toma de decisión sobre reformulación del sistema e inversiones.

El análisis de medidas generales y específicas para diferentes líneas de Metrobús muestra que los altos niveles de ocupación experimentados por una parte considerable de los pasajeros pueden ser reducidos a través de diversos tipos de cambios de infraestructura, flota y/o de operación, conforme las características de cada corredor. La implementación de procesos más efectivos y rigurosos de control y fiscalización, asociados con la estandarización de procesos y el fortalecimiento del centro del control operacional, tienen un potencial que no debe ser despreciado para mejorar la calidad de servicio. Además de la mayor regularidad del servicio, con impactos en el tiempo de espera de los usuarios, un mayor control operativo puede reducir en cerca de 25.000 horas diarias de los usuarios en niveles de ocupación promedio superiores a 80% de la capacidad nominal de los vehículos, o el equivalente a 4.8 pasajeros por metro cuadrado. Esto representa 8.2% de todo el tiempo acumulado en los vehículos de las líneas más críticas del sistema Metrobús.

Medidas de aumento de flota (dentro de los límites de saturación operacional de cada corredor) y de reemplazo de vehículos por unidades de mayor capacidad tienen un potencial aún mayor. Sumando las Líneas 1, 2 y 7 analizadas aquí en función de su desempeño cuanto a los indicadores de calidad tomados como ejemplo de análisis y de la disponibilidad de los datos, cerca de 33 mil horas que, en el escenario de recuperación plena de la demanda observada en prepandemia, se gastaban a niveles muy altos de ocupación se pueden realizar en condiciones más cómodas y seguras. Esto representa 10,9% del tiempo diario de los usuarios viajando en estas tres líneas.

En casos de sistemas de transporte público colectivo con alta saturación operacional (frecuencias en el límite de la capacidad de parada en estaciones), la introducción de rutas semi-expresas más adherentes a la demanda a través de la implementación de carriles adicionales para sobrepaso y de nuevos módulos en estaciones clave, tiene un enorme potencial para mejorar el nivel de calidad de servicio para los pasajeros y atraer nuevos usuarios que no pueden ser atendidos adecuadamente en la configuración actual. La medida puede resultar en una reducción de hasta 31 mil horas de usuarios en niveles de ocupación promedio superiores al 80% en la Línea 1.

Esto significa que cada viajero del corredor gastaría cerca de 3,5 minutos menos en condiciones consideradas inaceptables de ocupación promedio en cada uno de sus viajes.

Estos ejemplos ilustran como la evaluación ex-ante puede informar las decisiones de técnicos y gestores acerca de las necesidades y posibilidades de intervenciones en los sistemas de transporte público colectivo que atiendan a las necesidades y demandas de las personas usuarias con calidad y seguridad y que permitan atraer una parte de la población que hoy se disloca por transporte motorizado individual. Las medidas destacadas en este capítulo ponen en evidencia que la preparación de las ciudades para un futuro más saludable y sostenible depende de inversiones masivas en los sistemas de transporte público colectivo, por medio de la combinación de estrategias e intervenciones de diferentes grados de magnitud, muy superiores a los practicados actualmente.



# 6

## SUMARIO, HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES

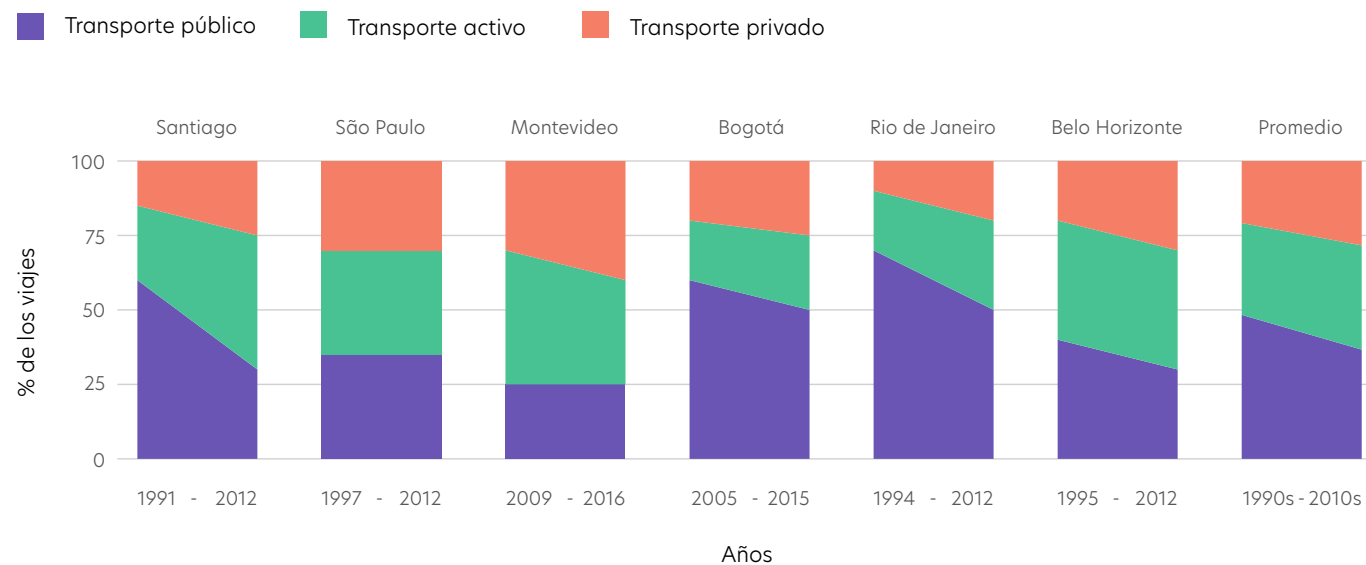
---

- 6.1 Metodología para la definición de indicadores de calidad de servicio para el transporte público
- 6.2 Medición de la satisfacción de personas usuarias y del desempeño operacional del servicio de transporte
- 6.3 Estrategias para mejorar la calidad de servicio en el transporte público

## 6. SUMARIO, HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES

Los sistemas de transporte público de América Latina han progresivamente perdido atraktividad frente al transporte privado individual en los últimos años (Figura 6-1). Sumado al aumento de la tasa de motorización (de autos y motos) y de la congestión, y a la falta de priorización y de financiamiento, el resultado ha sido una creciente crisis del sector, con profundos impactos sociales, ambiental y económicos para las ciudades. La pandemia de COVID-19 agudizó esa situación, con una pérdida de demanda que, después de dos años desde su inicio, todavía no se ha recuperado plenamente comparado al escenario prepandemia. El impacto financiero provocado por la pandemia profundizó la crisis preexistente, pero también dejó más clara y explícita la necesidad de ampliar, mejorar y priorizar los sistemas de transporte público para asegurar un futuro más sostenible y equitativo para las ciudades latinoamericanas.

Figura 1-2. Evolución de la división en ciudades latinoamericanas



Fuente: Rivas, Suárez-Alemán, Serebrisky (2019). Políticas de transporte urbano en América Latina y el Caribe: Dónde estamos, cómo llegamos aquí y hacia dónde vamos. BID - Banco Interamericano de Desarrollo.

La reversión de esa tendencia depende de que el transporte colectivo deje de ser la última opción, y en su lugar pase a representar una alternativa conveniente, confiable y atractiva para atraer nuevamente los pasajeros. Para eso, la calidad del servicio debe transformarse en un objetivo central de las políticas públicas urbanas y una prioridad en la asignación de recursos para la implementación y la operación del transporte público. La disponibilidad cada vez más profusa y variada de datos generados automáticamente por los sistemas de transporte público representan

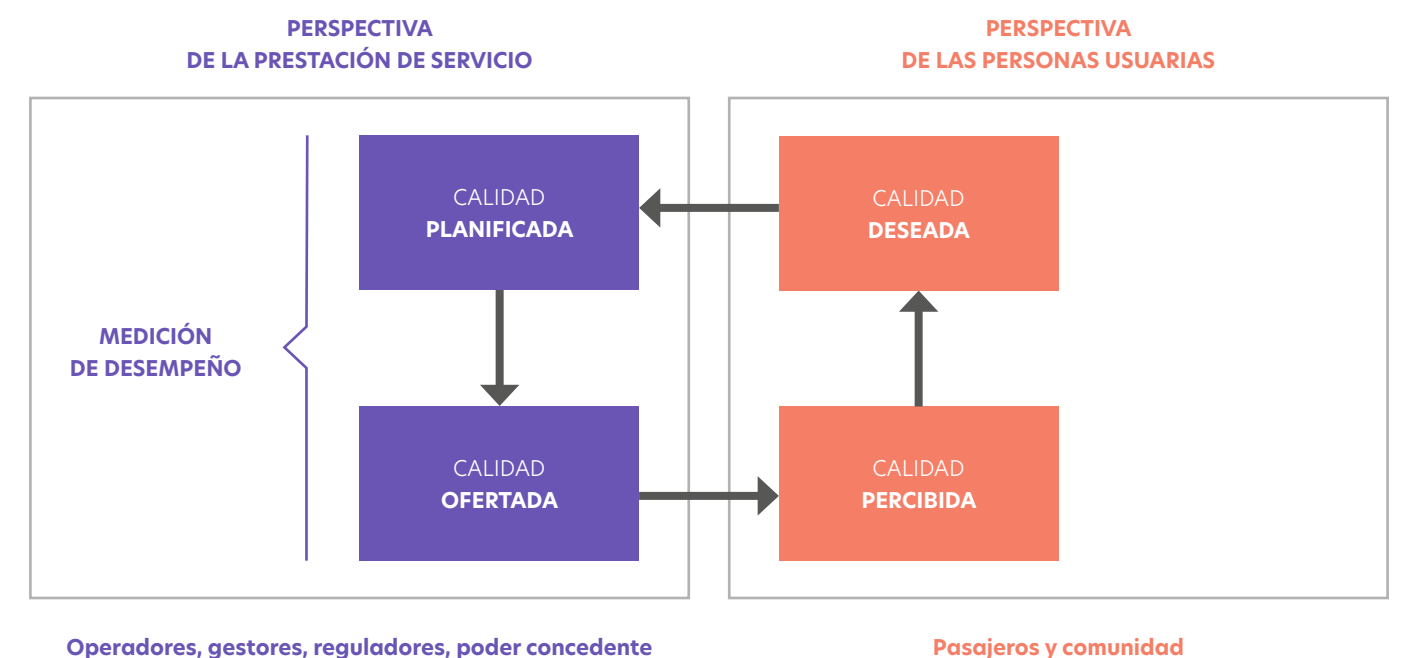
una oportunidad valiosa, pero que gran parte de las ciudades todavía no sacan provecho suficiente para la gestión, la planificación, el monitoreo y la evaluación del servicio. Este documento busca contribuir con una base conceptual, metodológica y de herramientas que habilite a las ciudades implementar procesos efectivos de medición y gestión de la calidad de servicio.

### 6.1 Metodología para la definición de indicadores de calidad de servicio para el transporte público

La propuesta metodológica del capítulo 2 para definir indicadores integra diversos elementos de la gestión de calidad de servicio del transporte público a partir de la consolidación y actualización de los principales conceptos y referencias sobre el tema.

Esa estructura de criterios e indicadores integra en una única referencia una amplia gama de factores clave para la calidad de servicio, combinando las perspectivas de las personas usuarias y de los prestadores de servicio del ciclo de calidad del transporte público (Figura 6-2). Organizados en seis grupos, se propone un total de 27 criterios de calidad (Tabla 2-2), cada uno de los cuales puede medirse a través de diversos indicadores. La Tabla 2-3 presenta más de 100 ejemplos de indicadores para medir esos criterios desde la perspectiva de los prestadores de servicio, y más de 60 para la perspectiva de las personas usuarias.

Figura 6-2. Ciclo de calidad de servicio propuesto por la norma europea.



Fuente: Adaptada de CEN (2002).

La propuesta metodológica ofrece una base técnica para que cada sistema de transporte pueda formular su propuesta de criterios e indicadores y fortalecer sus procesos de gestión de la calidad de servicio. Constituye una herramienta de trabajo para las ciudades, concebida con un foco en las necesidades y condicionantes del contexto latinoamericano, para mejorar el desempeño operacional, pero teniendo como objetivo final mejorar el servicio buscando la satisfacción de las personas usuarias.

## 6.2 Medición de la satisfacción de personas usuarias y del desempeño operacional del servicio de transporte

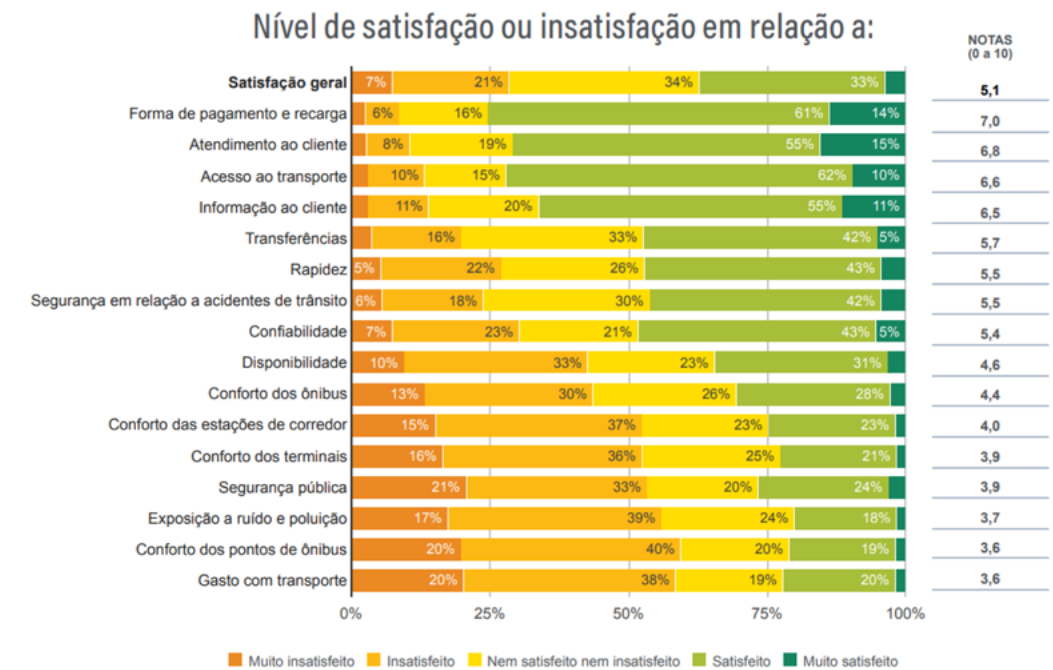
La perspectiva de las personas usuarias representa un factor fundamental para la calidad de servicio, para lo cual existen diversas formas de monitorear y evaluar.

La principal herramienta consiste en las encuestas de satisfacción, que ofrecen un resultado completo, sistemático y con una representatividad estadística que permite obtener una evaluación robusta de los factores clave y de los puntos críticos del servicio desde la visión de los pasajeros. Las ciudades deben buscar realizar periódicamente ese tipo de encuestas para conseguir hacer un seguimiento efectivo de los criterios prioritarios de calidad y retroalimentar los procesos de mejora continua.

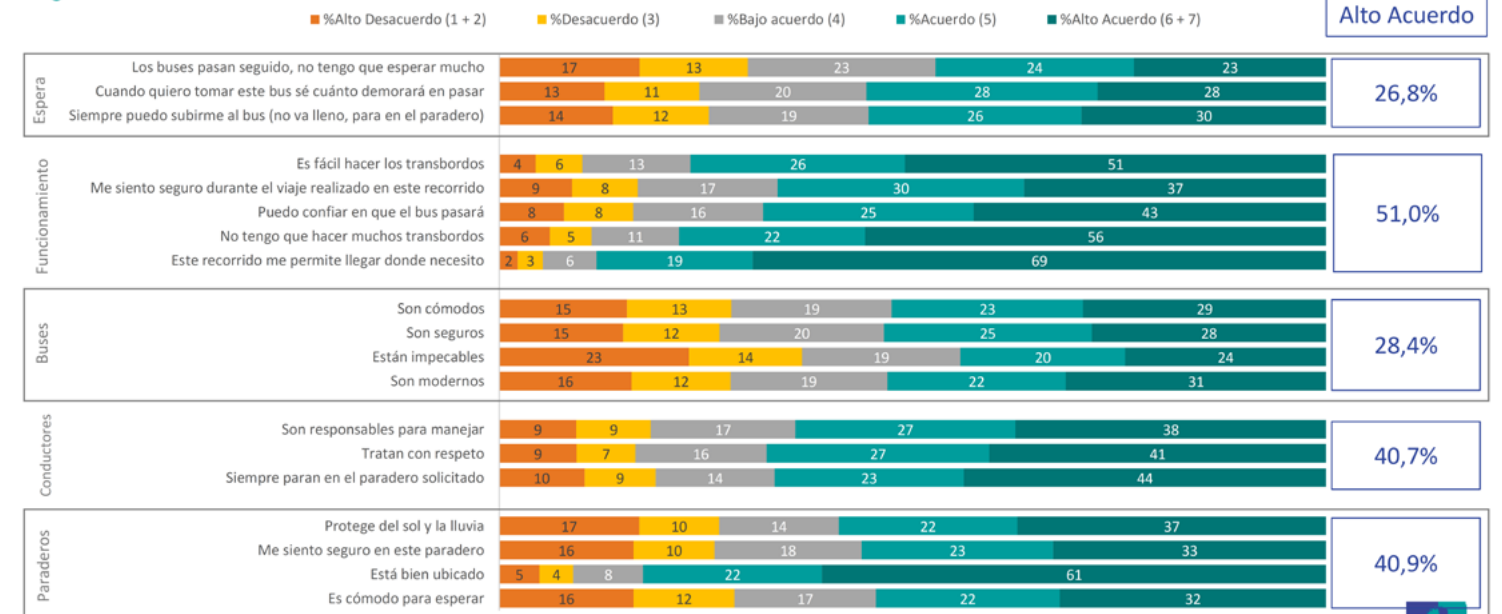
Esos instrumentos de monitoreo pueden mostrar como algunas características del servicio son mucho más relevantes para las personas usuarias de lo que comúnmente se asume por parte de gestores y planificadores de los sistemas de transporte público. Los ejemplos de Porto Alegre y de Santiago de Chile (Figura 6-3) presentados en el capítulo 3 dejan claro que, aunque la percepción varía en cada ciudad, en muchos casos los factores tales como la comodidad en los puntos de parada, los tiempos de espera y el costo del servicio pueden ser más críticos que la rapidez o la facilidad de realizar transbordos.

Adicionalmente, es posible sacar provecho de otras fuentes de información que, aunque no tengan la robustez de encuestas de satisfacción, pueden auxiliar en la identificación de aspectos a mejorar incorporando la visión de las personas usuarias. Complementariamente, acciones orientadas a tratar de manera directa necesidades y demanda más específica también son instrumentos valiosos, como en los temas relacionados a la perspectiva de género, a personas con movilidad reducida, y a necesidades de barrios, territorios o grupos sociales de mayor vulnerabilidad.

Figura 6-3. Ejemplos de índices de satisfacción de las personas usuarias de Porto Alegre (arriba) y Santiago de Chile (abajo).



### ¿Cuán de acuerdo o en desacuerdo está usted con...?



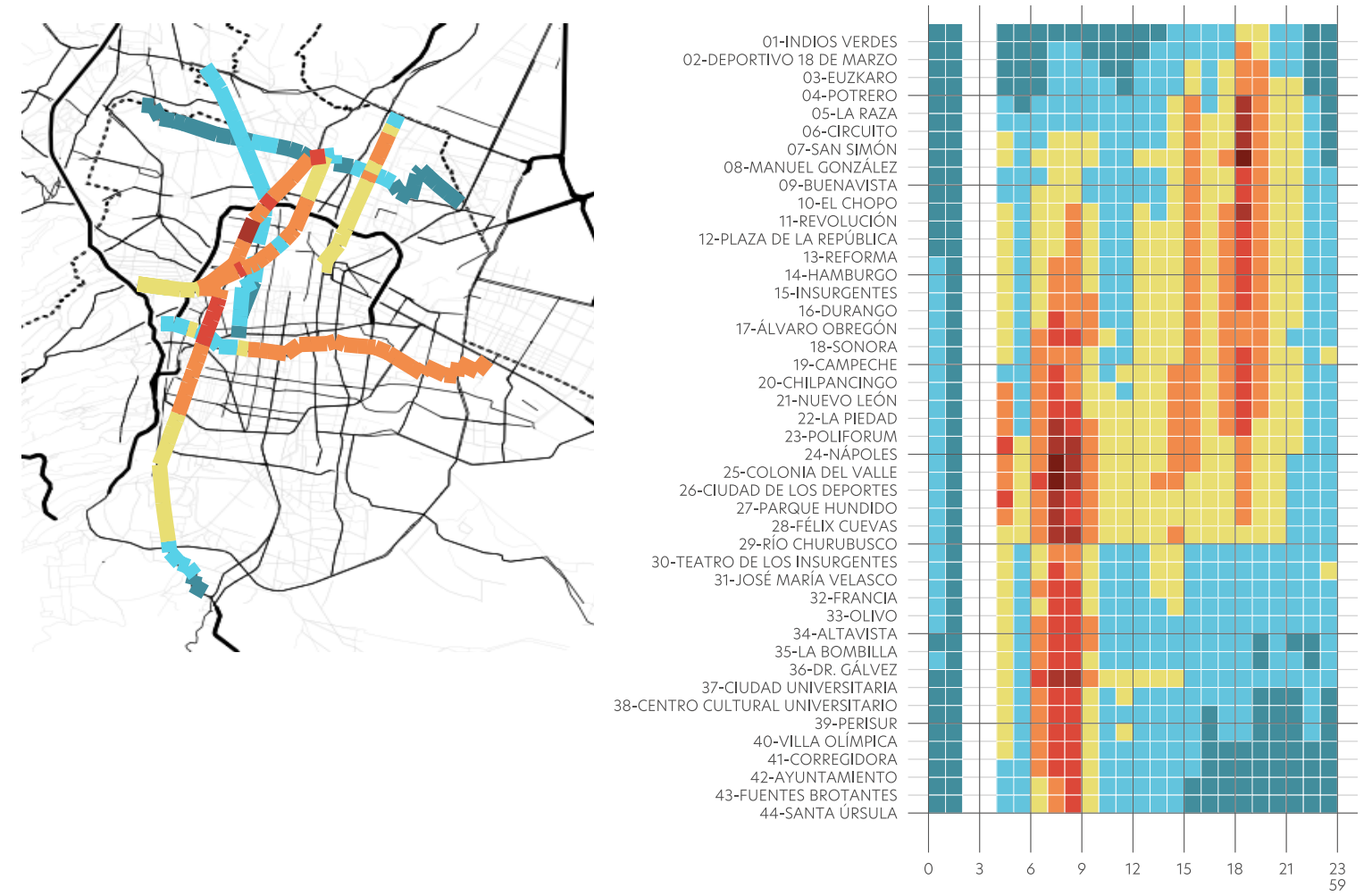
Fuentes: Pesquisa de Satisfação Qualiônibus - Porto Alegre (2019)  
 Estudio de satisfacción - empresas operadoras (2019) - <https://www.dtpm.cl/descargas/estudios/Informe%20de%20Resultados-%20Satisfacci%3n%20Empresas%20Operadoras%202019%20VF.pdf>

Desde la perspectiva de los prestadores de servicio, existe un gran potencial a ser explorado a partir de la cantidad cada vez más abundante y diversa de fuentes de información con la que cuentan los sistemas de transporte público, principalmente a partir de la producción automática de datos como parte de la operación. Esa información puede brindar insumos de mucha utilidad y valor para diversas aplicaciones, desde la planificación y el control hasta el monitoreo y evaluación de la calidad.

Los datos de los sistemas electrónicos de pago y de localización automática de la flota por GPS permiten medir muchos de los indicadores clave para la calidad de servicio, incluyendo el cumplimiento de la oferta programada, la puntualidad y la regularidad, la velocidad, los tiempos de viaje y los niveles de ocupación promedio, entre otros. Contar con datos desagregados posibilita generar indicadores para cada nivel de decisión, desde el estratégico hasta el táctico y el operacional. Así, cada ciudad puede establecer el tipo de análisis requerido, en los respectivos grados de agregación por componente de la red (nivel sistema, por corredor, por línea, por empresa operadora o por cada viaje), temporal (por mes, semana, día, período, hora u otros), espacial (para la ciudad como un todo, por tramo de corredor, por área o sector de la red), o por la dimensión que se necesite.

Los ejemplos de aplicación mostrados en el capítulo 4 permiten apreciar la utilidad de diversos indicadores para evaluar, entre otros, la confiabilidad y previsibilidad del servicio (como los de cumplimiento de partidas, regularidad y puntualidad) o el nivel de ocupación (Figura 6-4). Son herramientas que ayudan a señalar con claridad puntos de atención de la red, cuellos de botella del sistema, especificando momentos, lugares y componentes del servicio donde determinados atributos de calidad requieren acciones para mejorar el resultado final ofrecido a las personas usuarias.

Figura 6-4. Mapa de nivel de ocupación de la red de Metrobús (hora pico mañana) y mosaico de nivel de ocupación de la Línea 1.



Fuentes: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

## 6.3 Estrategias para mejorar la calidad de servicio en el transporte público

Los indicadores de calidad, además de ser herramientas valiosas para el monitoreo del servicio brindado, también pueden ser utilizados como **instrumentos de evaluación de medidas para mejorar los sistemas de transporte público**.

Utilizando el caso de Metrobús de la CDMX para analizar el impacto potencial de diferentes tipos de medidas para mejorar la calidad de servicio, se evaluó comparativamente para distintos corredores acciones como: reforzar la fiscalización y el cumplimiento de la oferta programada; el cambio del tipo de vehículo; el aumento de la flota y la frecuencia; y la introducción de rutas semi-expresas con la implementación de carriles de rebase y estaciones multimodulares. Los resultados muestran el potencial que ese tipo intervenciones permiten alcanzar para reducir el tiempo total que los pasajeros se trasladan en Metrobús en altos niveles de ocupación promedio y mejorar de esa manera la experiencia de viaje. Al igual que esos tipos de acciones, cada sistema puede lograr mejoras significativas en la calidad, aumentando la capacidad, la velocidad, la regularidad o la frecuencia de sus servicios con medidas orientadas a cambios en la infraestructura, en la tipología vehicular, en el diseño de los servicios y en los sistemas de operación, monitoreo y control. El contexto local, las características de cada lugar y los problemas principales de cada sistema determinarán cuáles acciones son las más efectivas: ciudades con transporte público convencional operando en tráfico mixto y altos índices de congestionamiento pueden beneficiarse significativamente con la implementación de carriles preferenciales, mientras que sistemas segregados (como los BRTs) que ya funcionan sin interferencia del tráfico pueden obtener mejores resultados fortaleciendo los sistemas de control operacional, por ejemplo. En ese sentido, el monitoreo y la evaluación de la calidad ofertada son una herramienta de gran utilidad como soporte a la toma de decisión para mejorar el servicio de transporte público y reconquistar pasajeros.

Además de esas medidas de modificación en el diseño de la oferta y de la red existente, existe también un conjunto de acciones de fortalecimiento de la gestión y de los procesos de control operacional que pueden tener efecto en el sistema como un todo y lograr mejoras de corto, mediano y largo plazo. Dentro del ámbito de la cadena de producción del servicio, esas acciones van desde la introducción de indicadores de confiabilidad como parte de los parámetros de monitoreo y control de la operación, hasta la automatización en la medición de esos indicadores y la incorporación de los criterios de calidad en los contratos de concesión y en los parámetros de regulación y de remuneración de los operadores. Adicionalmente, esos mecanismos deben ser complementados por la realización de encuestas periódicas de satisfacción de personas usuarias y sistematización de quejas, para completar el ciclo de calidad y retroalimentar la gestión de calidad con la perspectiva de los pasajeros.

Las ciudades de América Latina, al concentrar 80% de la población, son factores clave para el desarrollo social, económico y ambiental de la región. Y los sistemas de transporte público son un elemento fundamental para asegurar acceso amplio, seguro y equitativo de sus habitantes a las oportunidades, y para la reducción de emisiones de gases de efecto estufa y de contaminación del aire.

Los conceptos, metodologías y herramientas presentados aquí pueden ser aplicados en la gran diversidad de sistemas de transporte público del continente, y contribuir de esa forma para garantizar que el servicio ofrecido a las personas usuarias sea atractivo, confiable y de calidad.

Esperamos que estos instrumentos ayuden a alcanzar un balance entre la costo-efectividad en la operación de los sistemas y los factores de calidad como la confiabilidad y la conveniencia para los distintos grupos de persona usuarias. Y que también sirva a los gestores en su labor de asegurar los recursos necesarios para que sistemas de transporte público logren las mejoras deseadas y prosperen.

## Referencias

- AIG (s.f.). Centro de Atención Ciudadana 311. Autoridad Nacional Para La Innovación Gubernamental, AIG. <https://311.gob.pa/>
- ANTP. (2019). Guía básica de gestión operacional para mejora da qualidade do serviço de ônibus. Associação Nacional de Transportes Públicos - ANTP. <http://files.antp.org.br/2019/9/29/guia-de-gestao-operacional--versao-digital.pdf>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f.). Encuesta de Satisfacción de Movilidad. Observatorio Metropolitano. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. <https://www.metropol.gov.co/observatorio/Paginas/encuestasatisfacciontransporte.aspx>
- Brasil, Ministério das Cidades do. (2006). Gestão Integrada da Mobilidade Urbana. [https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/Publicacoes/capacitacao/publicacoes/mobilidade\\_urbana.pdf](https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/Publicacoes/capacitacao/publicacoes/mobilidade_urbana.pdf)
- CAF (2016). Observatorio de Movilidad Urbana: Informe 2015-2016. Observatorio de Movilidad Urbana - CAF banco de desarrollo de América Latina. <https://www.caf.com/es/conocimiento/datos/observatorio-de-movilidad-urbana/>
- CEN. (2002). Norma Europea EN 13816:2002: Transporte. Logística y servicios. Transporte público de pasajeros. Definición de la calidad del servicio, objetivos y mediciones. Comité Europeo de Normatización - CEN. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0028294>
- ComoMeNuevo.uy (s.f.). Coordinadora de Usuarios y Usuaris del Transporte Colectivo. <https://comomemuevo.uy/Coordinadora.aspx>
- Dean, J.W. and Bowen, D.E. (1994). Management Theory and Total Quality: Improving Research and Practice through Theory Development. *Academy of Management Review*, 19, 392-418. <https://doi.org/10.5465/amr.1994.9412271803>
- Idec (2022). Idec revela: 122 cidades subsidiaram o transporte coletivo na pandemia. <https://idec.org.br/noticia/idec-revela-122-cidades-subsidiaram-o-transporte-coletivo-na-pandemia>
- IPSOS (2020). Estudio de satisfacción empresas operadoras 2019. Preparado para DTPM - Sistema de Transporte Público de la ciudad de Santiago de Chile. <https://www.dtpm.cl/index.php/documentos/estudios>
- ITDP (2016). The Bus Rapid Transit Standard. <https://www.itdp.org/library/standards-and-guides/the-bus-rapid-transit-standard/>
- Koskela, L. , Tezel, A. & Patel, V. (2019). 'Theory of Quality Management: Its Origins and History' In: Proc. 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Dublin, Ireland, 3-5 Jul 2019. pp 1381-1390. <https://doi.org/10.24928/2019/0259>
- Metrô-SP (2019). Relatório de resultados da Pesquisa Origem-Destino 2017 RMSP. <https://transparencia.metrosp.com.br/dataset/pesquisa-origem-e-destino>
- Metrobús (2019). Especificaciones técnicas sobre el "Servicio de encuestas sobre la situación de género en Metrobús". Metrobús, Dirección ejecutiva de administración y finanzas. <https://www.metrobus.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/5d5/ac4/c91/5d5ac4c91c038164177501.pdf>
- MiBus (2021). Indicadores - Julio 2021. Sistema de Atención Ciudadana - 311. Transporte Masivo de Panamá. <https://www.mibus.com.pa/wp-content/uploads/transparencia/articulo-26/26-1/IndicadoresCasosJulio2021.pdf>
- Mobilize (2021). Já são mais de 30 no Brasil. Você conhece alguma cidade com Tarifa Zero? <https://www.mobilize.org.br/noticias/12567/voce-conhece-alguma-cidade-com-tarifa-zero.html>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (1999). TCRP Report 47 - A Handbook for Measuring Customer Satisfaction and Service Quality. The National Academies Press. <https://www.trb.org/Publications/Blurbs/153801.aspx>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2013). TCRP Report 165 - Transit Capacity and Quality of Service Manual. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/24766>
- NTU (2022a). Anuário NTU: 2021-2022 / Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. <https://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub637956588268708311.pdf>
- NTU (2022b). Setor de transporte público urbano acumula perdas de R\$ 25,7 bi em dois anos de pandemia. <https://www.ntu.org.br/novo/Noticia-Completa.aspx?idNoticia=1567&idArea=10&idSegundoNivel=106>
- Prefeitura de Porto Alegre (2019). Pesquisa de Satisfação QualiÔnibus. Porto Alegre -2019. Prefeitura de Porto Alegre, EPTC, WRI Brasil. [http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/eptc/usu\\_doc/eptc\\_pesquisa\\_qualionibus\\_2019.pdf](http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/eptc/usu_doc/eptc_pesquisa_qualionibus_2019.pdf)
- Rivas, M.E., Suárez-Alemán, A., Serebrisky, T. (2019). Políticas de transporte urbano en América Latina y el Caribe: Dónde estamos, cómo llegamos aquí y hacia dónde vamos. BID - Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0001737>
- Secretaria Municipal de Transportes de São Paulo. (2018). Procedimentos de avaliação dos serviços— Anexo 3.2 dos contratos de concessão do serviço. [http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/transportes/edital2018/001\\_ESTRUTURAL/ANEXO-III\\_ESTRUTURAL/3-2\\_PROCEDIMENTO-PARA-AVALIACAO-DOS-SERVICOS.pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/transportes/edital2018/001_ESTRUTURAL/ANEXO-III_ESTRUTURAL/3-2_PROCEDIMENTO-PARA-AVALIACAO-DOS-SERVICOS.pdf)
- Transport for London. (2015). Bus routes & borough reports. <https://tfl.gov.uk/forms/14144.aspx>
- TranVivo (s.f.). La Espiral de Deterioro del Transporte Público. <https://www.cec.uchile.cl/~tranvivo/tranvia/tv4/conociendo1.html>
- UITP (2019). Urban mobility indicators for walking and public transport. International Association of Public Transport/UITP, Walk21 Foundation.
- UN-Habitat (2022). World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities. United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). <https://unhabitat.org/world-cities-report-2022-envisaging-the-future-of-cities>
- WRI Brasil (2018). Manual da Pesquisa de Satisfação. Programa QualiÔnibus. <https://wribrasil.org.br/publicacoes/publicacoes-programa-qualionibus>



## APÉNDICES

---

Apéndice 1: Revisión de literatura en calidad de servicio para el transporte público

Apéndice 2: Detalle de resultados del capítulo 5

Apéndice 3: Proceso de tratamiento, procesamiento y análisis de datos aplicado para el sistema Metrobús de Ciudad de México



## Apéndice 1: Revisión de literatura en calidad de servicio para el transporte público

El repertorio bibliográfico sobre calidad de servicio en el transporte público ha crecido en las dos últimas décadas, no sólo en los países desarrollados, pero también con la publicación de material producidos específicamente para el contexto de América Latina. A seguir, se discuten los aspectos más relevantes de las principales referencias técnicas que contribuyeron para la consolidación de buenas prácticas internacionales en el tema y su aplicación en países latinoamericanos:

- La norma europea EN 13816:2002 - Definición, metas y monitoreo de calidad de servicio para sistemas de transporte público de pasajeros. (CEN, 2002)
- El Manual de Capacidad y Calidad de Servicio del Transporte Público - TCRP Report 165. (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2013)
- La Guía básica para gestión operativa para mejorar la calidad de servicio de autobuses - Asociación Nacional de Transporte de Públicos de Brasil (ANTP, 2019).

También se incluye brevemente al final del capítulo algunas referencias complementarias con contribuciones más puntuales pertinentes para la discusión de gestión de calidad en el sector de transporte público.

### A1.1 Conceptos clave y definiciones de calidad

“Calidad” es un concepto que dentro del contexto de administración de empresas se ha relacionado generalmente con el diseño y producción de bienes y servicios, así como con conceptos y teorías de producción de bienes y control estadístico, consolidándose a un modelo de generación de valor que incorpora al cliente en la visión de calidad y estableciendo procesos de inspección, mejora continua y trabajo en equipo (Dean&Bowen, 1994).

Si bien actualmente no existe un único concepto, teoría o escuela de calidad, se pueden identificar aproximaciones prácticas en la gestión de calidad (Koskela, et.al.,2019): las relacionadas con la producción libre de defectos y aquellas asociadas a la satisfacción al cliente o las personas usuarias. El proceso de calidad total y la mejora continua amplían la calidad a todo tipo de organizaciones y todas las áreas dentro de las mismas y los equipos de trabajo sin importar su actividad económica, (incluidas las áreas de finanzas, ventas, personal, mantenimiento, administración, manufactura y servicios) buscando producir y vender productos de alta calidad al menor costo posible, estableciendo un sistema de procesos para la identificación e interacción de éstos así como su gestión para producir los resultados deseados. A partir del desarrollo de esos conceptos y marcos de trabajo, surgieron en los sistemas de transporte diversas normas, manuales y guías que plantean definiciones, procesos y estándares de calidad del servicio concebidas en función de algunas especificidades del sector, sobre lo cual se presenta a continuación una breve revisión de algunas de las más relevantes.

### A1.2 Norma Europea EN 13816, CEN (2002)

La Norma Europea EN 13816 “Transporte - Logística y servicios - Transporte público de pasajeros. Definición de la calidad del servicio, objetivos y mediciones” (CEN, 2002) fue publicada 20 años atrás por el Comité Europeo de Normatización, siendo un documento vigente en 20 países en la Unión Europea y que tiene como principal objetivo promover la calidad de servicio en la operación de sistemas de transporte público colectivo, enfocado en las necesidades, externalidades y satisfacción de las personas usuarias. Esta norma creó un marco en la Calidad del Servicio del Transporte Público, estableciendo abordajes y conceptos que se transformaron en centrales en el tema hasta hoy.

La norma entiende que el abordaje de calidad de servicio permite:

- Llamar la atención de las partes responsables para identificar los problemas principales.
- Apoyar las decisiones con respecto a la asignación de las responsabilidades.
- Que las personas usuarias (y otros) comparen los servicios alternativos de manera confiable.
- Contribuir para la implementación de un procedimiento de mejora continua.

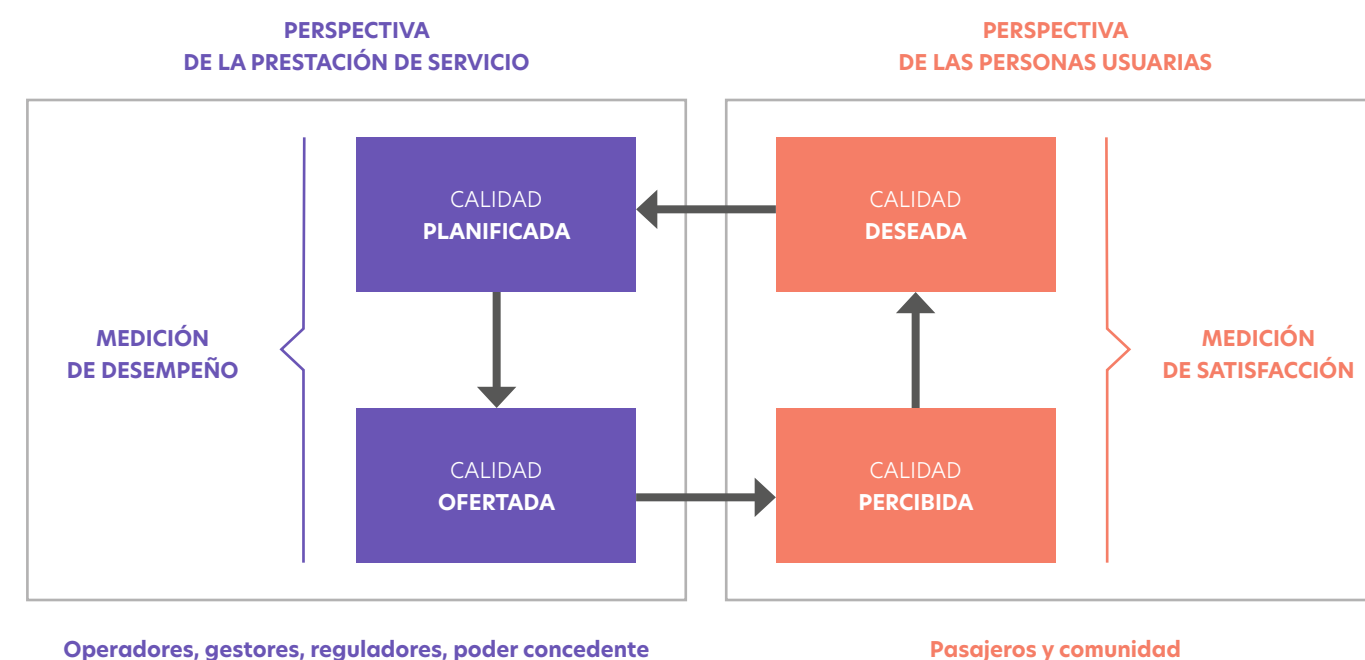
Una contribución importante de esta norma fue la propuesta de comprender el concepto de calidad de servicio a partir de un ciclo (“service quality loop”, ilustrado en la Figura A1-1), compuesto de cuatro etapas, subdivididas entre las que corresponden a las perspectivas de las personas beneficiarias (usuarias del servicio y comunidad) y las que reflejan la perspectiva de los proveedores del servicio (autoridades, gestores y operadores).

Primero, la calidad de servicio planificada (también referida como contratada) se refiere a la especificación y diseño del sistema (por ejemplo, en términos de frecuencias, distancias de recorrido, velocidades de diseño, programación de servicio), restringido por condiciones técnicas y/o financieras.

Segundo, la calidad de servicio ofertada (o entregada) hace a la eficiencia en la producción del servicio y la capacidad de cumplimiento de lo que fue planificado. La diferencia entre lo que fue programado y lo que fue ejecutado puede ser comprendida como el desempeño operativo.

Tercero, la calidad de servicio percibida hace alusión a la experiencia de las personas usuarias respecto al servicio de transporte (o los servicios asociados, como la compra de pasajes), que también es influenciada por la información que las personas usuarias reciben acerca del servicio.

Figura A1-1. Ciclo de calidad de servicio propuesto por la norma europea.



Fuente: Adaptada de CEN (2002).

Finalmente, la calidad de servicio deseada es definida como la expectativa de las personas usuarias en relación con el servicio de transporte público. Esta dimensión no se traduce en una medida directa, sino que funciona como una forma de conceptualizar el nivel de expectativa que las personas manejan implícitamente al expresar su satisfacción, como brecha entre la calidad percibida y la deseada.

Para medir la calidad de servicio, la norma europea propone una estructura de criterios enfocada en la calidad de servicio ofertada, dividida en 8 categorías, como mostrado en la Tabla A1-1.

En términos metodológicos, estos criterios, por su parte, son subdivididos en niveles más específicos (Nivel 2 y Nivel 3, este último representando los indicadores o el nivel más cercano a ellos), y están listados en el Anexo A de la norma. A pesar de ser una lista bastante amplia, en los veinte años que pasaron desde su publicación otros atributos han ganado relevancia y han sido incorporados por sistemas de transporte público además de los criterios inicialmente concebidos en la norma europea.

Algunos aspectos adicionales a destacar de la norma EN 13816 es que, principalmente cuando comparada con el TCRP Report 165 (minucioso y detallado, presentado en la próxima sección), es un documento relativamente bien estructurado y con una amplia lista de criterios, pero bastante sintético en términos de discusión de los conceptos. Reconoce que restricciones financieras y técnicas determinan la calidad de servicio contratada y deseada, pero sin profundizar la discusión sobre procesos específicos o en cómo aspectos institucionales, administrativos y financieros condicionan la calidad de servicio y su gestión (lo que se traduce en un total de apenas 37 páginas incluyendo los anexos).

El marco analítico que se estableció con la propuesta del ciclo de calidad se consolidó como una referencia conceptual para el tema en el sector, definiendo un marco metodológico y herramienta para promover la gestión de calidad en transporte público. Los indicadores propuestos desde ese entonces, con un foco en la perspectiva de personas usuarias, sirven como contrapunto a lo que todavía es comúnmente practicado en la gestión de calidad de servicio en sistemas de ciudades latinoamericanas, aún muy orientadas al desempeño operacional.

**Tabla A1-1. Categorías de calidad de servicio según la EN 13816.**

CATEGORÍA	ALCANCE
Disponibilidad de servicio	Extensión del servicio en términos geográficos, temporales, de modos de transporte, y de sus frecuencias.
Accesibilidad	Facilidad de acceso y/o integración con otros modos de transporte.
Información disponible	Cuánto las personas son informadas acerca de la especificación del sistema y al cumplimiento de viajes.
Tiempo	Aspectos de planeación y ejecución de los viajes.
Atención a la persona usuaria	Elementos que busquen proveer un servicio más adecuado a las necesidades específicas de las personas usuarias.
Confort	Elementos que proporcionen un viaje más agradable.
Seguridad	Comprende la protección de las personas usuarias.
Impactos ambientales	Abarca ruido, emisiones de gases de efecto invernadero, contaminantes del aire, y otros.

Fuente: Adaptado de CEN (2002).

### A1.3 Manual de Capacidad y Calidad de Servicio del Transporte Público, Transport Research Board (2013)

El Manual de Capacidad y Calidad del Servicio del Transporte Público, de título original TCRP Report 165 - Transport Capacity and Quality of Service Manual o TCQSM (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2013) fue publicado hace casi 10 años como parte del Transit Cooperative Research Program y tiene la principal finalidad de informar y apoyar la gestión de calidad en los sistemas de transporte público en los Estados Unidos. Sin embargo, a diferencia de la norma europea, no tiene validez oficial, sino como insumo técnico de referencia en el sector.

La publicación entiende los sistemas de transporte como un servicio (para el cual existen diversas alternativas) y comprende la relevancia de la calidad de servicio como una herramienta para que los sistemas aumenten (o mantengan) sus niveles de demanda.

Su abordaje metodológico se basa en una definición de calidad de servicio enfocada en la perspectiva de la persona usuaria con una estructura de criterios que se divide en dos dimensiones principales. La primera es la disponibilidad, que se refiere al servicio que está al alcance de las personas usuarias en términos geográficos, temporales, de frecuencia, financieros, y de información. Esta dimensión puede ser representada por una pregunta: ¿La persona usuaria puede acceder al sistema?, que a su vez puede ser subdividida en barreras de acceso asociadas a dimensiones específicas del servicio:

- ¿La persona puede acceder al sistema, o los puntos de parada son muy distantes de su origen y/o destino?
- ¿La persona puede acceder al sistema, o la tarifa es demasiado costosa para ella?
- ¿La persona puede acceder al sistema, o no hay servicio cuando necesita desplazarse?

La segunda es referente a la conveniencia y al confort del sistema, es decir, si el sistema es una alternativa de transporte eficiente/comparable con las demás opciones disponibles (es decir, si les conviene utilizarla) y si los viajes ocurren de manera segura, agradable y digna.

Para representar la conveniencia del sistema, pueden hacerse preguntas como:

- ¿Voy a llegar rápidamente a mi destino si utilizo el sistema de autobuses/metro?
- ¿Puedo planear a partir de las informaciones de viaje disponibles?
- ¿Voy a esperar demasiado?
- ¿Necesito hacer demasiadas transferencias para llegar a mi destino?
- Para representar el confort:
- ¿El autobús estará demasiado lleno?
- ¿Estoy segura/o durante el viaje (o hay demasiado riesgo de asalto/acoso/etc.)?
- ¿Las estaciones tienen asientos y protección contra la lluvia?

Además de una extensa descripción conceptual en los capítulos iniciales, el Manual ofrece informaciones minuciosas sobre las premisas, caracterización, insumos y metodología de cálculo de indicadores y principios aplicables separadamente para cada modo de transporte y componentes de sistemas de transporte público: por buses, ferroviarios, por balsas o ferrys, y taxis. El Manual establece parámetros y valores de referencia para dar soporte a la evaluación de los sistemas, similar a los niveles de servicio en manuales de tráfico, como por ejemplo intervalos para cantidad de personas por metro cuadrado en un vehículo con respectivos niveles de evaluación. El documento también comprende que las restricciones técnicas y financieras son relevantes para la gestión de calidad de servicio, pero su estructura de indicadores es más enfocada en la calidad como percibida por las personas que utilizan el sistema (y no en la eficiencia de ejecución o de planeamiento), lo que también contrasta con la realidad de América Latina al igual que la norma europea en ese sentido.

## A1.4 Guía básica para gestión operativa para mejorar la calidad del servicio de autobuses, ANTP (2019)

Esta guía (ANTP, 2019) fue publicada menos de un año antes del inicio de la pandemia de COVID-19 por la Asociación Nacional de Transportes Públicos (ANTP) de Brasil, durante el contexto de la crisis que el sector ya venía viviendo en la última década, como una respuesta a la caída de la demanda y del recaudo. Tiene el objetivo principal de ofrecer a los gestores públicos y privados un listado de informaciones técnicas, conceptos, normas, procedimientos y sistemas de gestión y administración que componen los elementos de la producción del transporte público por autobuses. Así como el manual de TCQSM, la Guía ANTP no tiene validez legal, pero busca ofrecer una referencia técnica para promover buenas prácticas.

Una contribución importante de la guía para el contexto latinoamericano, a diferencia de las referidas publicaciones de la UE y de EUA, es la preocupación en trabajar de forma mucho más completa y sistemática los condicionantes financieros e institucionales sobre la calidad de servicio, no sólo presentando recomendaciones de criterios e indicadores, pero explorando también aspectos clave de gestión, normativos, contractuales y de regulación que tienen impacto directo en el desempeño de los sistemas de transporte público. La Guía no se limita a presentar y especificar los criterios de calidad y sus respectivos indicadores, sino que explora también en bastante profundidad la forma de organizar, planificar, normatizar y fiscalizar la prestación de servicio, teniendo en cuenta los desafíos de fortalecimiento institucional que enfrentan las ciudades brasileñas (al igual que en otros países latinoamericanos).

Aunque también se reconoce en la Norma Europea EN 13816, en el documento de la ANTP las restricciones financieras asumen mayor relevancia, pues son mucho más determinantes para el servicio prestado en el contexto brasileño (al igual que en el resto de América Latina) que en países europeos que cuentan

con más recursos económicos y organizacionales. En Brasil, de forma parecida que el resto del continente, la mayoría de los sistemas dependen casi exclusivamente de ingresos tarifarios, y en los pocos casos en que hay subsidio cubre una proporción minoritaria de los costos.

Para medir la calidad de servicio, la Guía propone una estrategia que sigue la formulación general planteada en la norma europea, dividida en: (i) la percepción de las personas usuarias; y (ii) en el desempeño operativo. Sobre la primera, hace la siguiente distinción:

- Las personas usuarias, cuya perspectiva es medida a través de encuestas de satisfacción, de servicios de atención a la persona usuaria y/o de servicios de quejas y reclamos.
- Las personas que no utilizan el sistema, cuya percepción se mide a través de encuestas de imagen del servicio.
- Los actores sociales (o "stakeholders", como denominados en la Guía), compuestos por políticos, la prensa, asociaciones de la sociedad civil, y otros. La Guía no sugiere herramientas de medición para estos actores.

Para el desempeño operativo, la Guía propone 8 grupos de indicadores "encontrados comúnmente en estudios y análisis de sistemas de ómnibus", presentados en la Tabla A1-2. Cabe notar que, además de proponer la realización periódica de encuestas de percepción, la metodología incluye ítems directamente relacionados a la perspectiva de las personas usuarias (como el grupo de confort en la operación) pero en la forma de indicadores calculados a partir de datos de oferta y demanda del sistema para reflejar la calidad planificada o contratada y la calidad ofertada respecto a esos criterios, complementariamente a su evaluación en función de la satisfacción de los pasajeros.

Tabla A1-2. Criterios e indicadores de desempeño para el transporte público propuestos por la ANTP.

CRITERIO	INDICADOR
DISEÑO DE LA RED	Densidad de líneas o flota promedio en operación por línea.
	Densidad de pasajeros por vehículo en día típico.
INFRAESTRUCTURA PREFERENCIAL PARA BUSES	Porcentaje de cobertura de carriles exclusivos.
REGULARIDAD DE LA OPERACIÓN	Índice de cumplimiento de viajes.
	Índice de puntualidad de salidas.
EFICIENCIA DE LA OPERACIÓN	Índice de pasajeros por kilómetro (IPK total y equivalente).
	Producción promedio mensual por bus.
CONFORT EN LA OPERACIÓN	Ocupación superior a la capacidad de bus.
	Tiempo de viaje embarcado en el bus.
	Velocidad comercial de la línea.
MANTENIMIENTO DE FLOTA, EQUIPAMIENTOS Y SISTEMAS	Kilometraje promedio entre incidentes (acosos, asaltos, etc.).
	Kilometraje promedio entre fallas.
	Tiempo promedio entre fallas.
	Tiempo promedio para reparar una falla.
SEGURIDAD VIAL	Disponibilidad del vehículo / tiempo promedio disponible para operación.
	Kilometraje promedio entre siniestros.
SEGURIDAD PERSONAL	Kilometraje promedio entre siniestros con víctimas.
	Frecuencia de incidentes o eventos por tipología, línea, hora, etc.
	Kilometraje promedio entre incidentes criminales.
	Tiempo promedio entre incidentes criminales.

Fuente: Adaptado de CEN (2002).

## A1.5 Otras referencias de interés

Adicionalmente, se mencionan brevemente a seguir otras referencias complementarias de interés para el tema.

### A1.5.1 Manual QualiÔnibus, WRI Brasil (2018)

El programa QualiOnibus de WRI Brasil (WRI Brasil, 2018) tiene como objetivo principal promover mejoras en la calidad del servicio del transporte público por autobuses y está compuesto por una metodología de indicadores y de encuestas de satisfacción, un grupo de benchmarking, una guía de seguridad vial y una guía de operación. La idea general es auxiliar a las ciudades participantes a avanzar progresivamente en cada factor, fortaleciendo su gestión de calidad.

En el enfoque metodológico propuesto la calidad de servicio está dividida en 16 factores, (que se abordan en más detalle en capítulos posteriores) adicionando factores generales y costos de operación para componer su estructura de indicadores. Este manual se presenta como una referencia muy útil, completa y práctica que ofrece herramientas para el diseño, ejecución y utilización de encuestas de satisfacción de personas usuarias, adaptando metodologías para el contexto y características de ciudades brasileñas, que de igual forma resultan útiles para el resto de las ciudades de América Latina.

### A1.5.2 Estándar BRT, ITDP (2016)

Este documento tiene la finalidad de clasificar los sistemas de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT por sus siglas en inglés) según aspectos clave, con el objetivo de crear una definición unificada de BRT y alentar a las ciudades a construir y mantener sistemas de alta calidad. Busca construir y mantener un sistema de calidad según estándares mínimos para la caracterización del sistema BRT. Está enfocado en infraestructura y eficiencia operativa sin embargo no incorpora la perspectiva de personas usuarias. Hay 30 criterios divididos en 6 categorías, con base en los cuales los sistemas reciben puntos por cada criterio y más 8 criterios adicionales que sirven como

deducciones, y según la puntuación resultante, los sistemas pueden ser clasificados en Oro, Plata, Bronce y Básico. Está enfocado principalmente en infraestructura, eficiencia operativa y en aspectos controlados por el operador del servicio, sin aportar elementos a partir de la perspectiva del usuario. Más allá de sus limitaciones como herramienta general respecto a su aplicabilidad a las especificidades de cada sistema en cada contexto urbano, económico, institucional, operacional y de infraestructura vial disponible, es una referencia que brinda algunas informaciones útiles para la definición de un marco amplio y completo de factores clave para la calidad del servicio.

### A1.5.3 Indicadores de movilidad urbana para caminar y transporte público (Urban mobility indicators for walking and public transport), UITP (2019)

Ofrece una serie de indicadores para el transporte público y la movilidad a pie, con el objetivo de presentar una evaluación comparativa entre ciudades y ayudarlas en su búsqueda de financiación en función de necesidades y desempeño. Los indicadores, clasificados entre objetivos de satisfacción del usuario y de calidad del servicio, se organizan en 4 factores: 1) comodidad y seguridad, 2) demanda de servicio, 3) conexión entre destinos y 4) apoyo y estímulo. En general, son indicadores sencillos de medir, centrándose en la experiencia del usuario durante todo el viaje (puerta a puerta). El acceso al transporte público por tipo es de particular importancia, especialmente las condiciones para caminar hasta el punto de parada. En ese sentido, también es de utilidad para complementar la lista de factores de interés para la definición de un marco amplio y completo para la calidad de servicio del transporte público.

## A1.6 Resumen de las principales conclusiones de la revisión

La Norma Europea y el Manual de TCRP (el "Transit Capacity and Quality of Service Manual"), considerados los principales documentos de referencia en Calidad de Servicio en Transporte Público, enfocan sus indicadores desde la perspectiva de los usuarios (en contrapunto a la perspectiva de la gestión del servicio), tratando la calidad del servicio de una perspectiva de "resultados" más que de "proceso". Ambos surgen desde contextos del Norte Global, en donde las restricciones de presupuesto, los modelos de financiamiento y las capacidades de las ciudades son muy distintas de América Latina, generalmente menos limitantes. De hecho, el documento europeo reconoce desde un inicio que la calidad está sujeta a restricciones financieras y técnicas, pero sin discutir las implicaciones institucionales y de gestión.

Mientras que la Norma Europea EN 13816 ofrece una sistematización de criterios e indicadores muy completa, pero de manera bastante concisa, y con contribuciones metodológicas substanciales al proponer el ciclo de calidad, el manual del TCRP contiene descripciones muy detalladas de las métricas sugeridas para cada modo de transporte, con parámetros y valores de referencia más específicos. Existen también algunas diferencias no sólo en la forma de organizar y categorizar los varios criterios que cada documento incluye, pero en el foco de atención: si por un lado la EN 13816 abarca una gama más amplia de aspectos, tales como externalidades ambientales y sociales sobre la población como un todo, el documento estadounidense delimita de forma más específica la calidad de servicio como los factores de impacto directo a los pasajeros.

Por otra parte, La Guía Operativa de la ANTP se presenta como una referencia que aproxima el concepto de Calidad de Servicio desde el contexto de un país del Sur Global, con sus necesidades y condicionantes más específicos. Publicada en 2019 en un contexto de crisis del sector con progresiva pérdida de participación en la demanda y falta de recursos (previo a la pandemia de COVID-19 incluso), donde la calidad de servicio es considerada una

herramienta para aumentar su atractividad y revertir la caída de demanda. En ese sentido, gana más espacio la discusión sobre aspectos institucionales, regulatorios y de gestión, bien como el entendimiento del financiamiento como factor determinante en la realidad política y económica regional. También entran en la propuesta metodológica indicadores de eficiencia operacional además de las métricas de interés para la perspectiva de personas usuarias, ya que la fiscalización y regulación del servicio representan desafíos clave que también requieren atención.

Los sistemas en Latinoamérica aún necesitan enfocarse en el proceso de calidad no sólo por la perspectiva de las personas usuarias, pero también en la operación del sistema, debido a su modelo de financiamiento basado predominantemente en recaudos tarifarios y especialmente en la situación de crisis, ya existente antes de la pandemia y agravada por ella.

Finalmente, la menor disponibilidad de datos y mayor fragilidad en el monitoreo es un factor común en los sistemas en Latinoamérica, comparativamente a los sistemas en Europa y Estados Unidos. Los estándares y metodologías de indicadores desarrollados para esos contextos no pueden ser importados sin tener en cuenta los condicionantes de otras regiones, tanto en términos de disponibilidad de insumos, fortaleza de procesos y capacidades locales.

A partir de esos documentos, es posible identificar conceptos y perspectivas claves para desarrollar una estructura de gestión de Calidad de Servicio para los sistemas involucrados en el proyecto.

## Apéndice 2: Detalle de resultados del capítulo 5

Este apéndice presenta el desglose de resultados de todas las medidas evaluadas para cada una de las 3 líneas de Metrobús abordadas en esta publicación, presentando incluso algunos análisis que no constan en el capítulo 5.

### A2.1 Línea 1

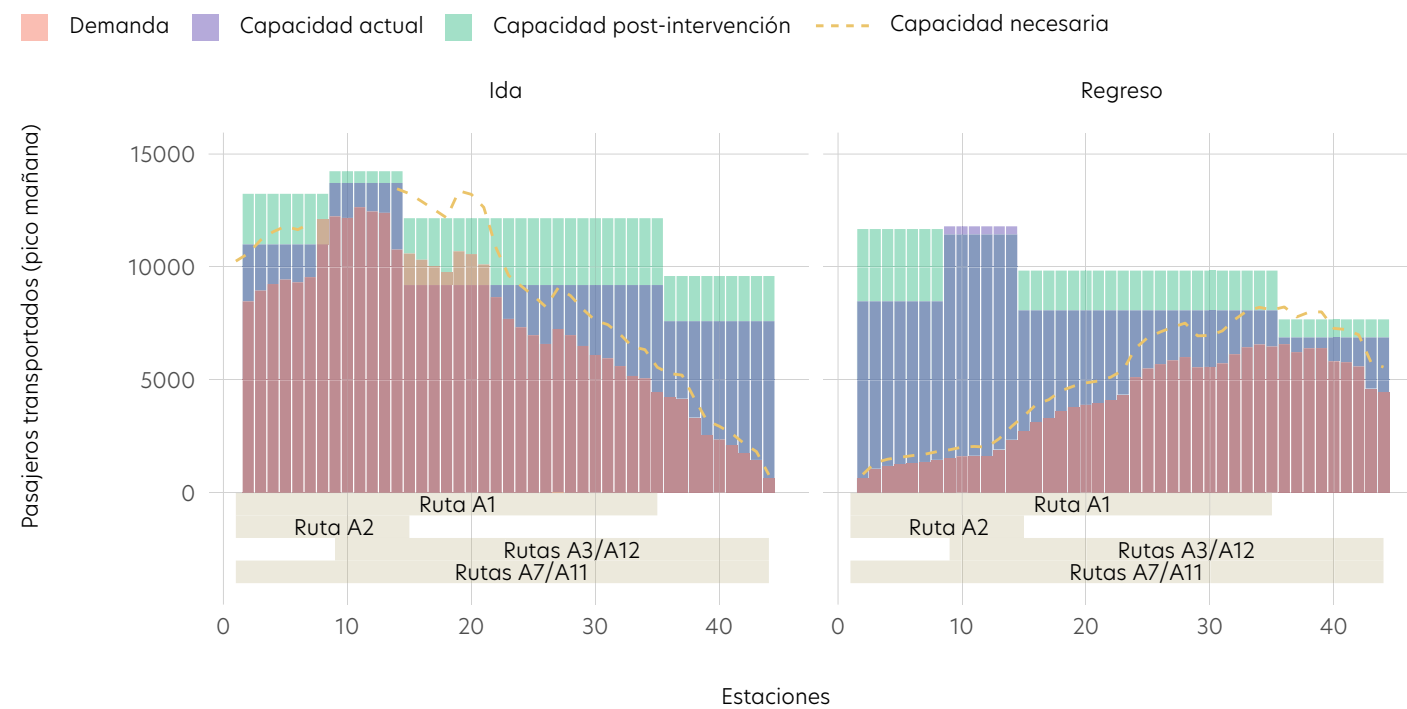
#### A2.1.1 Cumplimiento de los servicios programados

En la Línea 1 de Metrobús, los servicios programados prevén una mayor capacidad de transporte que darían lugar a intervalos inferiores a 50 segundos en el tramo crítico y en horas pico, lo que puede ocasionar filas excesivas de vehículos y saturación de capacidad de parada en estaciones. Así, una evaluación más realista de la operación en sistemas que ya funcionen con alta saturación operacional debe considerar frecuencias compatibles con los menores intervalos practicados, lo que en el caso de la Línea 1 es igual a 52 segundos.

El cumplimiento de los servicios programados en intervalos practicable, a pesar de mantener los intervalos en el tramo crítico de la Línea 1 en la hora pico mañana, reduciría los intervalos a lo largo del día, especialmente en el sentido de regreso. A las 17h, por ejemplo, los intervalos reducirían de poco más de 1 minuto a 54 segundos.

El resultado del aumento de las frecuencias incrementaría en 6% el kilometraje recorrido por los autobuses articulados y en 13% el kilometraje diario recorrido por los autobuses biarticulados en días hábiles, necesitando también el cambio de un autobús articulado para biarticulado, de manera a permitir la mayor frecuencia. Eso reduce los tiempos de los usuarios en niveles de ocupación promedio mayor que 80% de 20,2% para 11,4%, pero también aumenta los tiempos en niveles de ocupación muy bajos (menor que 40%), lo que no es deseable para los sistemas de transporte público colectivo. En términos de costos, el impacto financiero rondaría el 5,1%, principalmente por el incremento en los costos operativos.

Figura A2-1. Perfil de oferta y demanda pre y post intervención de cumplimiento de los servicios programados para la línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.

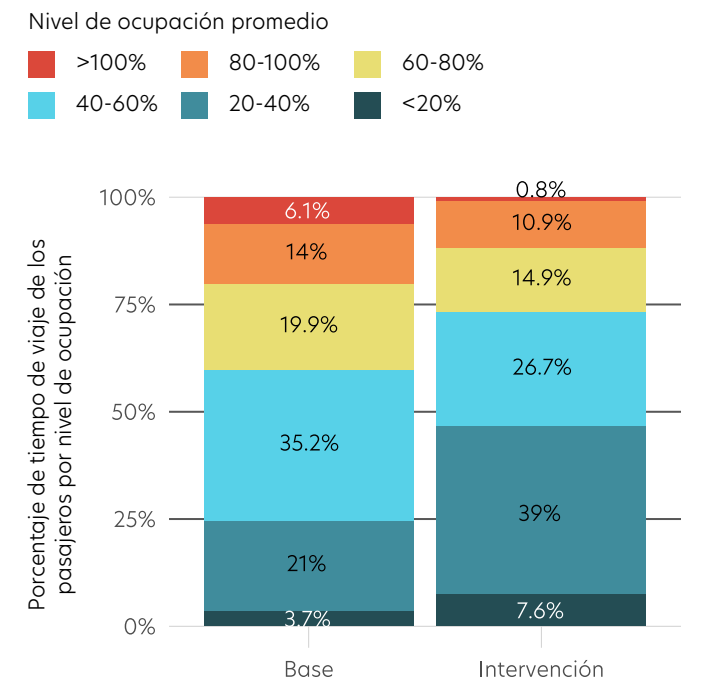


Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

HORA	TRAMO CRÍTICO (DÍA HÁBIL)					
	SENTIDO	CAPACIDAD BASE (PASAJEROS)	INTERVALO BASE (MINUTOS)	CAPACIDAD NECESARIA (PASAJEROS)	CAPACIDAD INTERVENCIÓN (PASAJEROS)	INTERVALO INTERVENCIÓN (MINUTOS)
7	Ida	15.040	0,87	15.811	15.040	0,87
8	Ida	12.640	0,98	14.888	13.840	0,91
17	Regreso	12.800	1,02	10.318	14.240	0,90
18	Regreso	12.160	1,05	14.135	14.400	0,90
19	Regreso	11.920	1,05	11.782	15.040	0,87

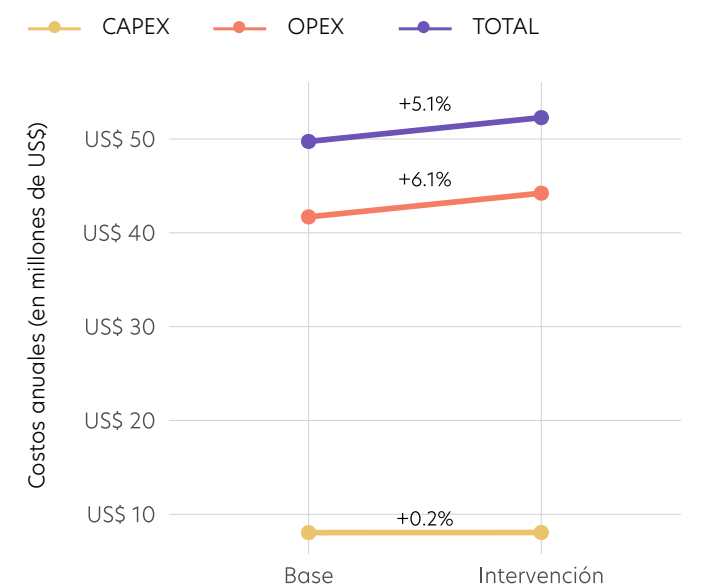
ESCENARIO	AUTOBUSES (CAPACIDAD NOMINAL)	FLOTA	DESPACHOS DIARIOS	KILOMETRAJE DIARIO
BASE	Articulados (160)	63	724,5	14.954
	Biarticulados (240)	95	1.315	22.845
INTERVENCIÓN	Articulados (160)	62	774	15.890
	Biarticulados (240)	96	1.507	25.815
DIFERENCIA (ABSOLUTA)	Articulados (160)	-1	50	936
	Biarticulados (240)	1	193	2.970
DIFERENCIA (%)	Articulados (160)	-2%	7%	6%
	Biarticulados (240)	1%	15%	13%

Figura A2-2. Impactos de la intervención de cumplimiento de los servicios programados en la distribución de los tiempos de viaje de los pasajeros por nivel de ocupación promedio para la Línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

A2-3. Costos operativos y de capital de la intervención de cumplimiento de los servicios programados para la Línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

### A2.1.2 Cambio total de la flota por autobuses biarticulados

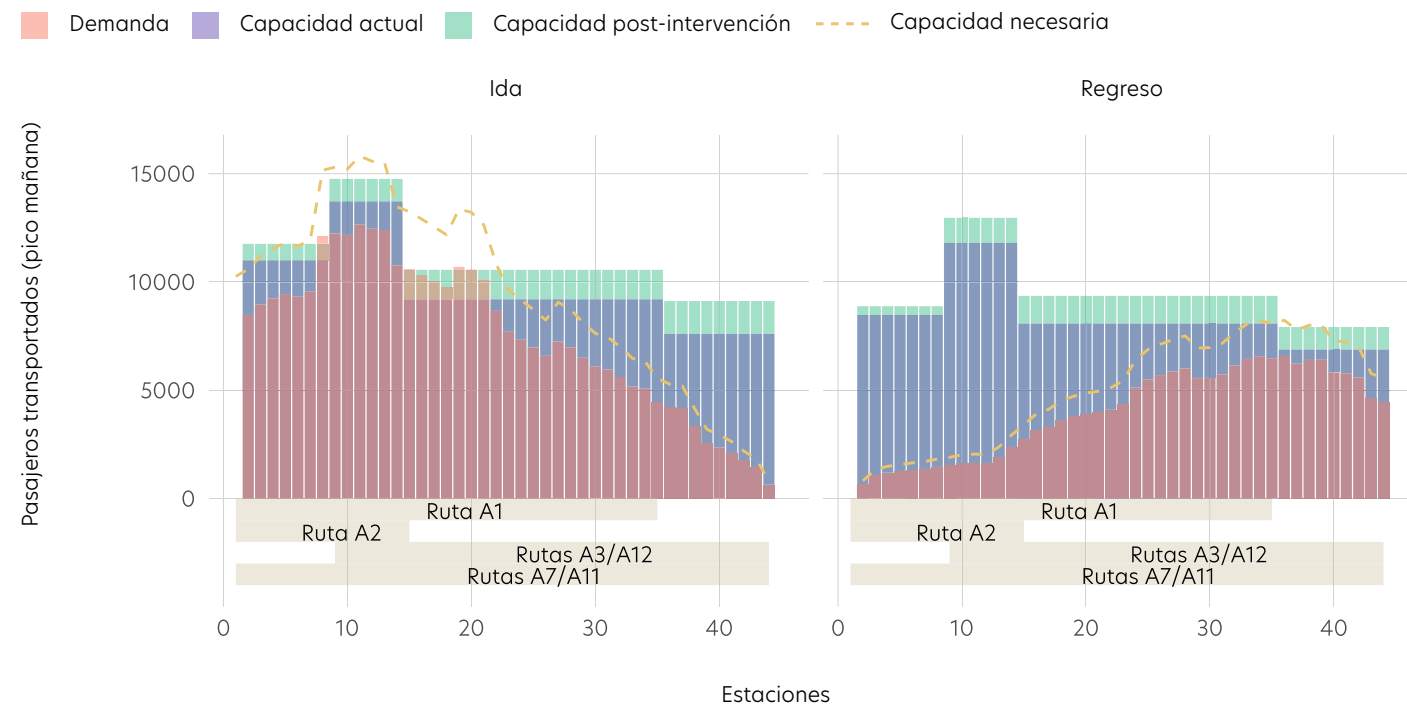
La segunda medida testada para Línea 1 hace parte de una estrategia ya implantada progresivamente por el sistema Metrobús y consiste en reemplazar los vehículos articulados que aún operan en la línea por vehículos biarticulados, con capacidad máxima para 240 personas (considerando 6 pasajeros por m<sup>2</sup>). Como vimos, aumentar la frecuencia es difícilmente factible, ya que el corredor ya tiene una frecuencia inferior a 1 vehículo por minuto en el tramo crítico.

La mayoría de los servicios en las horas pico ya operan con autobuses biarticulados de 240 plazas. En el pico mañana, sería bastante difícil aumentar las frecuencias, pero el pico tarde, el cambio de la flota podría ser combinado con un aumento marginal de frecuencia, con intervalos próximos a 1 minuto.

El resultado del cambio de los 63 autobuses articulados existentes en la flota por autobuses biarticulados aumentaría en 68% el kilometraje diario recorrido por los autobuses biarticulados en días hábiles, llevando a cero el kilometraje diario por articulados.

La medida conseguiría, al menos teóricamente, reducir por la mitad los tiempos de pasajeros en niveles de ocupación promedio mayor que 80%, pero estos aún seguirían bastante elevados, representando cerca de 9,5% del total diario. El aumento de la flota de autobuses biarticulados resultantes de la implantación de la medida significa un aumento porcentual en los costos operativos y de capital al redor de 7,4%.

Figura A2-4. Perfil de oferta y demanda pre y post intervención de cambio de la flota para la línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.

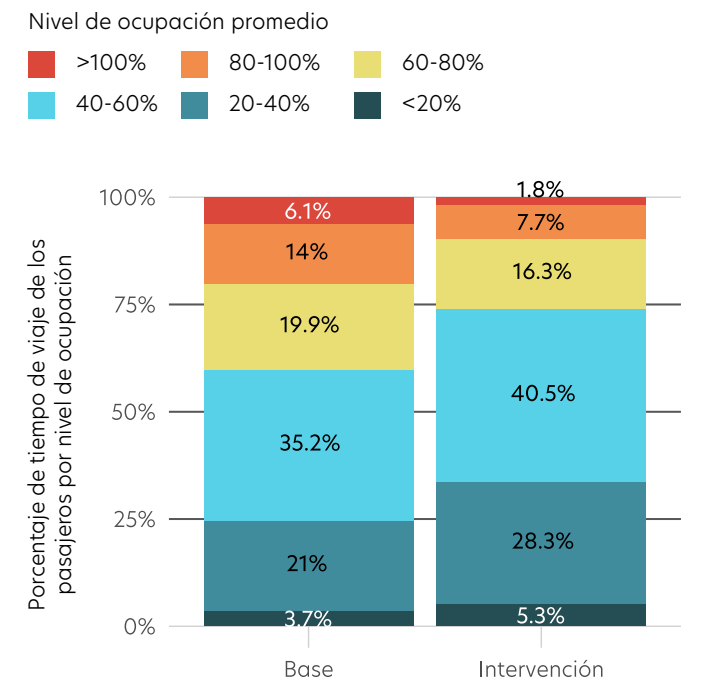


Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

HORA	TRAMO CRÍTICO (DÍA HÁBIL)					
	SENTIDO	CAPACIDAD BASE (PASAJEROS)	INTERVALO BASE (MINUTOS)	CAPACIDAD NECESARIA (PASAJEROS)	CAPACIDAD INTERVENCIÓN (PASAJEROS)	INTERVALO INTERVENCIÓN (MINUTOS)
7	Ida	15.040	0,87	15.811	16.560	0,87
8	Ida	12.640	0,98	14.888	15.360	0,94
17	Regreso	12.800	1,02	10.318	15.360	0,94
18	Regreso	12.160	1,05	14.135	15.360	0,94
19	Regreso	11.920	1,05	11.782	14.160	1,02

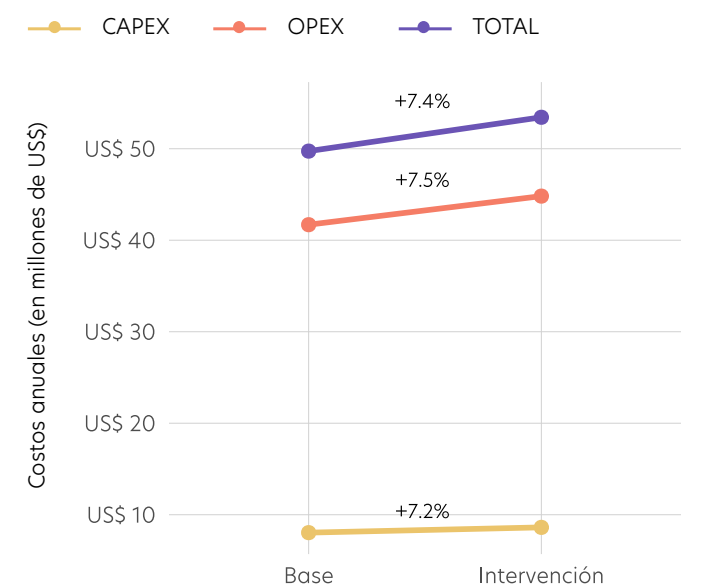
ESCENARIO	AUTOBUSES (CAPACIDAD NOMINAL)	FLOTA	DESPACHOS DIARIOS	KILOMETRAJE DIARIO
BASE	Articulados (160)	63	724,5	14.954
	Biarticulados (240)	95	1.315	22.845
INTERVENCIÓN	Articulados (160)	0	0	0
	Biarticulados (240)	154	2.073	38.424
DIFERENCIA (ABSOLUTA)	Articulados (160)	-63	-725	-14.954
	Biarticulados (240)	59	759	15.579
DIFERENCIA (%)	Articulados (160)	-100%	-100%	-100%
	Biarticulados (240)	62%	58%	68%

Figura A2-5. Impactos de la intervención de cambio de la flota en la distribución de los tiempos de viaje de los pasajeros por nivel de ocupación promedio para la Línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

Figura A2-6. Costos operativos y de capital de la intervención de cambio de la flota para la Línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

### A2.1.3 Rutas semi-expresas en carril de rebase

La implantación de un carril adicional en el corredor de la Línea 1 permite la operación simultánea de servicios paraderos y servicios semi-expresos, especialmente en las horas pico. Además de aumentar la capacidad de transporte de pasajeros, la medida podría también reducir los tiempos de parada de los buses que actualmente operan en el corredor, reduciendo tiempos de viaje y dando más aliento a la operación en casos de altísima frecuencia.

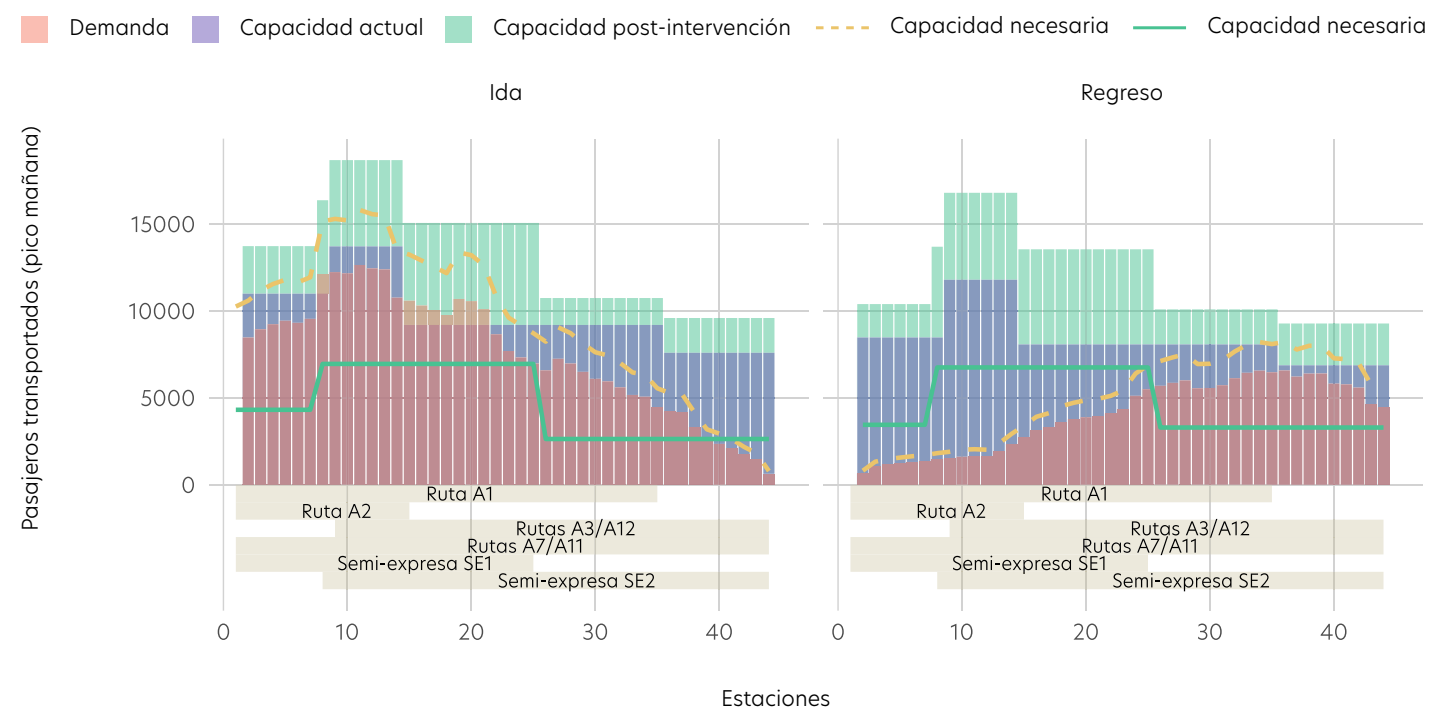
Para este ejercicio, considerase que, en los horarios de pico, cerca de 70% de la capacidad es ofertada por servicios paraderos y 30% es ofertada por servicios semi-expresos. El diseño de las rutas semi-expresas considera las necesidades de demanda, así como los espacios ya existentes de regreso operacional a lo largo del corredor. Esta adherencia mayor a la demanda observada permite atender adecuadamente tramos que no son debidamente atendidos por las rutas actuales, en especial en el tramo entre las estaciones Insurgentes y Nuevo León, en el sentido de Ida.

Con el carril adicional, es factible aumentar significativamente la capacidad ofertada por medio de la operación en intervalos próximos a 40 segundos, sumándose los servicios paraderos y semi-expresos en la hora pico y en los tramos más críticos del corredor.

Para atender adecuadamente a la demanda en este diseño de operación, no sería necesario reemplazar toda la flota por vehículos biarticulados, como discutido en la medida anterior. Sería posible reducir 3 autobuses articulados en operación y adicionar 9 autobuses biarticulados, especialmente para los servicios semi-expresos. Parte de los autobuses biarticulados que operan actualmente en servicios paraderos también serían utilizados para las nuevas rutas. El kilometraje diario recorrido también aumentaría cerca de 30% debido al aumento de los despachos diarios.

La mejor adherencia a la demanda, con la incorporación de nuevas rutas semi-expresas, permite reducir para menos de 1% los tiempos de viaje diarios de los usuarios a niveles de ocupación media superiores a 80%, sin incrementar sustancialmente la ociosidad del

Figura A2-7. Perfil de oferta y demanda pre y post intervención de rutas semi-expresas en carril de rebase para la Línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.

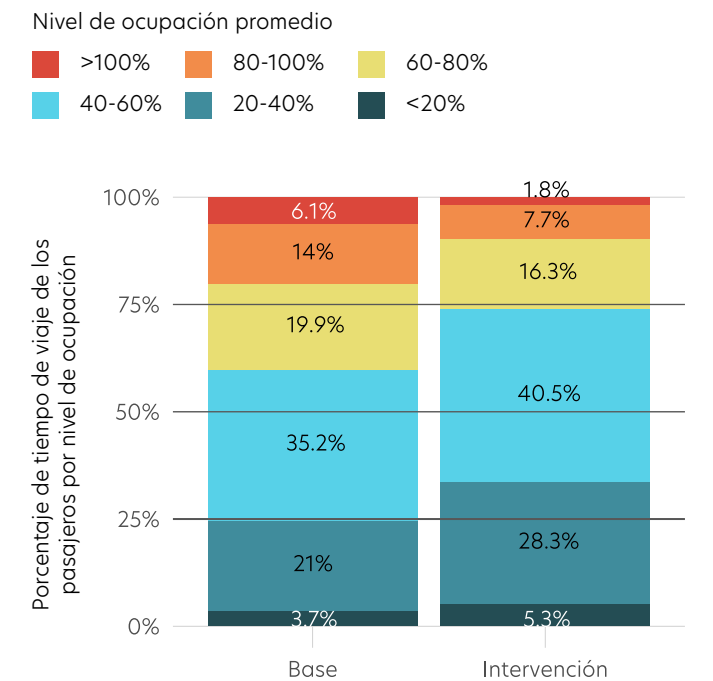


Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

HORA	SENTIDO	TRAMO CRÍTICO (DÍA HÁBIL)				
		CAPACIDAD BASE (PASAJEROS)	INTERVALO BASE (MINUTOS)	CAPACIDAD NECESARIA (PASAJEROS)	CAPACIDAD INTERVENCIÓN (PASAJEROS)	INTERVALO INTERVENCIÓN (MINUTOS)
7	Ida	15.040	0,87	15.811	20.640	0,65
8	Ida	12.640	0,98	14.888	18.480	0,71
17	Regreso	12.800	1,02	10.318	16.880	0,79
18	Regreso	12.160	1,05	14.135	19.600	0,68
19	Regreso	11.920	1,05	11.782	17.440	0,75

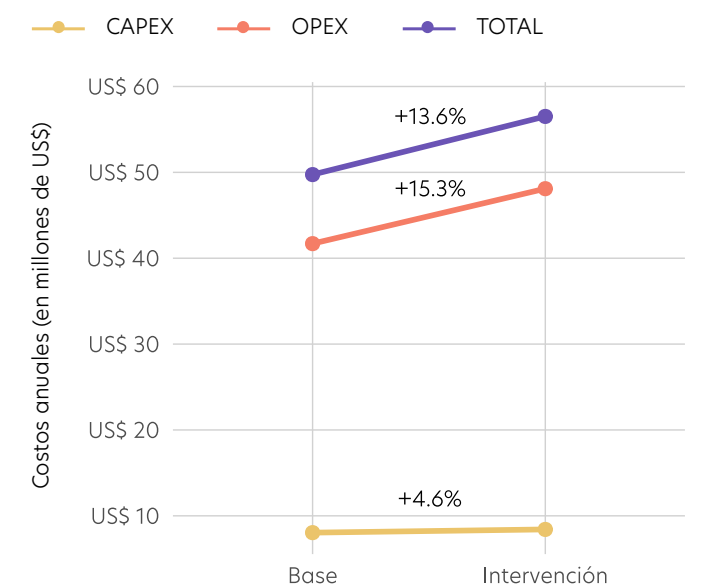
ESCENARIO	AUTOBUSES (CAPACIDAD NOMINAL)	FLOTA	DESPACHOS DIARIOS	KILOMETRAJE DIARIO
BASE	Articulados (160)	63	725	14.954
	Biarticulados (240)	95	1.315	22.845
INTERVENCIÓN	Articulados (160)	60	666	13.745
	Biarticulados (240)	104	1.783	31.311
DIFERENCIA (ABSOLUTA)	Articulados (160)	-3	-59	-1.209
	Biarticulados (240)	9	469	8.466
DIFERENCIA (%)	Articulados (160)	-5%	-8%	-8%
	Biarticulados (240)	9%	36%	37%

Figura A2-8. Impactos de la intervención de rutas semi-expresas en carril de rebase en la distribución de los tiempos de viaje de los pasajeros por nivel de ocupación promedio para la Línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

Figura A2-9. Costos operativos y de capital de la intervención de rutas semi-expresas en carril de rebase para la Línea 1 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

sistema, es decir, los tiempos en niveles de ocupación media inferiores a 40%.

Además, las rutas semi-expresas tienen el potencial de reducir los tiempos de viaje de una parte de los pasajeros transportados, ya que es posible practicar velocidades mayores en comparación con los servicios paradores. En este ejercicio, se considera una velocidad de poco más de 18 km/h en la hora pico para los servicios paradores (lo que corresponde a la velocidad actual) y de 30 km/h para los nuevos servicios semi-expresos. La reducción de tiempo de viaje de los pasajeros en días hábiles sería de la orden de 10 mil horas, lo que equivale a 5,5% del total, y afectaría al menos 18% de los viajes efectuados en el corredor.

Sin embargo, el impacto en los costos es mayor que en las medidas antes mencionadas, con un incremento por la flota adicional de buses biarticulados y kilómetros adicionales de operación, resultando en un aumento de 13,6% en los costos de CAPEX y OPEX combinados. Además, también se aplican los costos de implantación de la infraestructura necesaria para la operación, en especial la construcción del carril adicional y de módulos adicionales en estaciones atendidas por las rutas semi-expresas. Considerando los costos por kilómetro del último corredor implantado por Metrobús (la extensión de la Línea 5, en 2020), el costo estimado para la implantación del carril adicional en la Línea 1, incluyendo la readecuación del espacio viario y la ampliación de las estaciones, sería de aproximadamente 150 millones de dólares. Divididos en un periodo de financiamiento de diez años, por ejemplo, las parcelas anuales podrían representar en torno de 30% de los costos totales anuales (CAPEX+OPEX).





## A2.2 Línea 2

### A2.2.1 Cumplimiento de los servicios programados

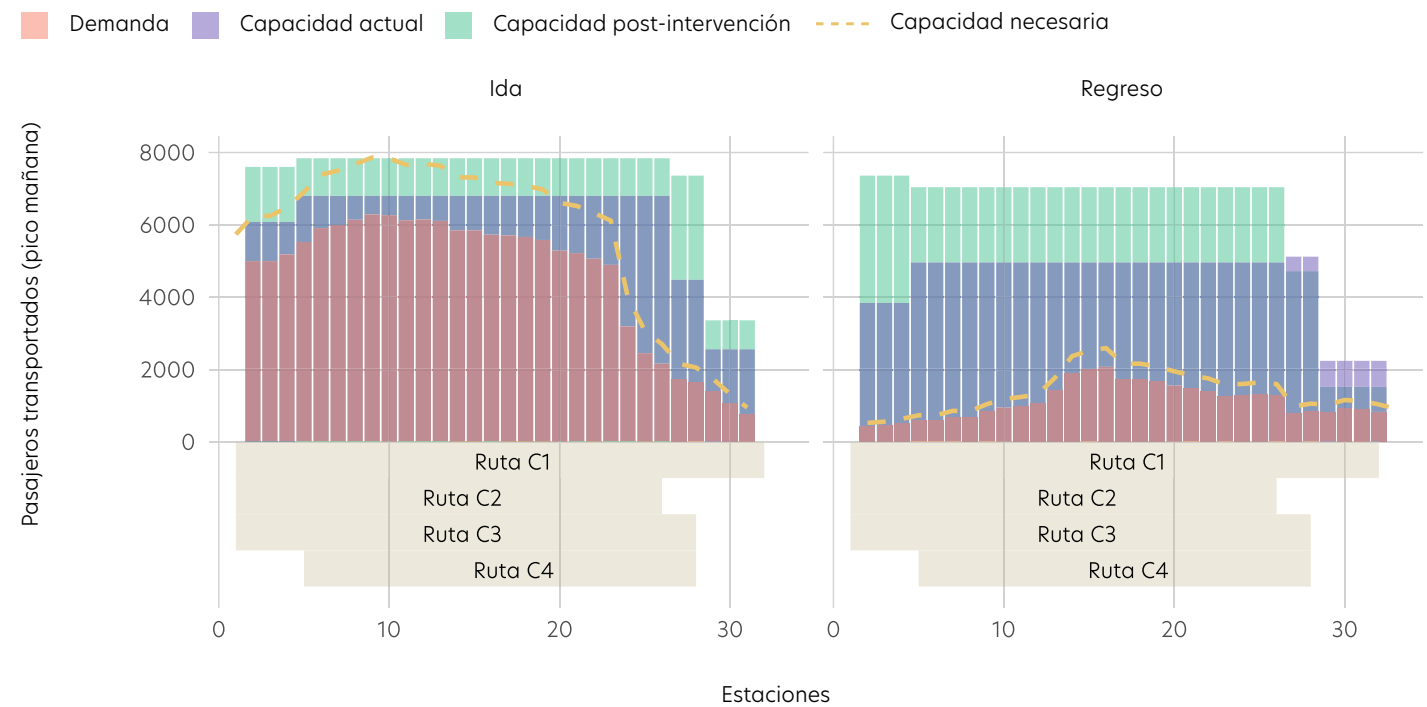
En la Línea 2, la capacidad planeada es bastante próxima a la capacidad necesaria para ofrecer niveles de ocupación aceptables a los usuarios, pero la capacidad actualmente practicada es significativamente inferior. En el sentido regreso en la hora pico, al contrario del sentido de ida, hay una gran ociosidad de la capacidad prevista, que es muy superior a la demanda. La situación es invertida en la hora pico tarde.

Todos los autobuses que operan en la Línea 2 son articulados, con capacidad nominal de 160 plazas. En los tramos críticos, la frecuencia aumentaría en 5 autobuses por hora, lo que es marginal frente a la frecuencia practicada actualmente, de 42 buses por hora.

La flota necesaria para aumentar la frecuencia en las horas pico representaría un adicional de 16% de autobuses articulados, considerando la necesidad de la flota reserva. El kilometraje practicado aumentaría en cerca de 27%, o sea, poco menos de 6 mil kilómetros diarios.

El cumplimiento de los servicios programados resultaría en una grande reducción en los tiempos en niveles de ocupación promedio mayores que 80%, pero también en un grande aumento de los tiempos en niveles de ocupación promedio muy bajos, debajo del 40%. El aumento importante de lo número de servicios y, en consecuencia, del kilometraje de recorrido impacta los costos de operación (OPEX) y de capital (CAPEX), representando un aumento de los costos totales en 18,9%.

Figura A2-10. Perfil de oferta y demanda pre y post intervención de cumplimiento de los servicios programados para la Línea 2 de Metrobús, Ciudad de México.

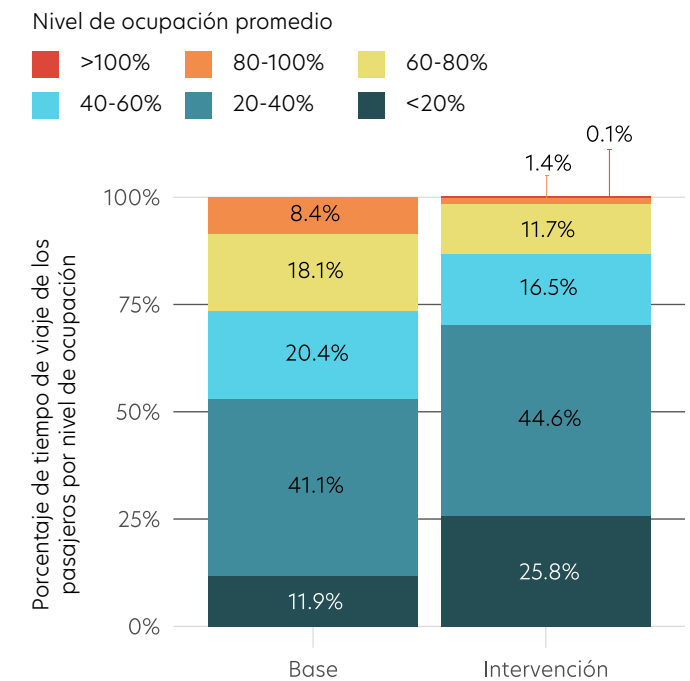


Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

HORA	SENTIDO	TRAMO CRÍTICO (DÍA HÁBIL)				
		CAPACIDAD BASE (PASAJEROS)	INTERVALO BASE (MINUTOS)	CAPACIDAD NECESARIA (PASAJEROS)	CAPACIDAD INTERVENCIÓN (PASAJEROS)	INTERVALO INTERVENCIÓN (MINUTOS)
7	Ida	6.720	1,43	7.833	7.520	1,28
8	Ida	6.720	1,43	6.107	7.200	1,33
17	Regreso	6.080	1,58	4.028	8.160	1,18
18	Regreso	6.400	1,50	5.187	8.320	1,15
19	Regreso	6.400	1,50	4.393	8.000	1,20

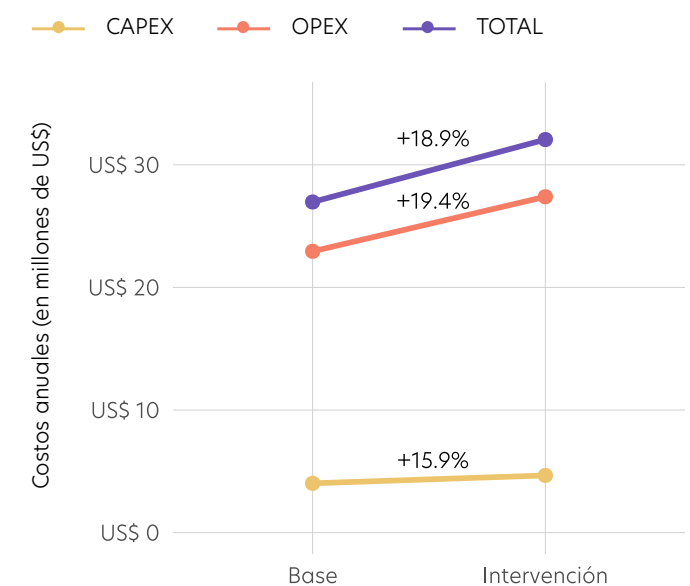
ESCENARIO	AUTOBUSES (CAPACIDAD NOMINAL)	FLOTA	DESPACHOS DIARIOS	KILOMETRAJE DIARIO
BASE	Articulados (160)	93	1.404	21.827
	Biarticulados (240)	0	0	0
INTERVENCIÓN	Articulados (160)	108	1.795	27.740
	Biarticulados (240)	0	0	0
DIFERENCIA (ABSOLUTA)	Articulados (160)	15	391	5.912
	Biarticulados (240)	0	0	0
DIFERENCIA (%)	Articulados (160)	16%	28%	27%
	Biarticulados (240)	-%	-%	-%

Figura A2-11. Impactos de la intervención de cumplimiento de los servicios programados en la distribución de los tiempos de viaje de los pasajeros por nivel de ocupación promedio para la Línea 2 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

Figura A2-12. Costos operativos y de capital de la intervención de cumplimiento de los servicios programados para la Línea 2 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

### A2.2.2 Cambio por vehículos de mayor capacidad

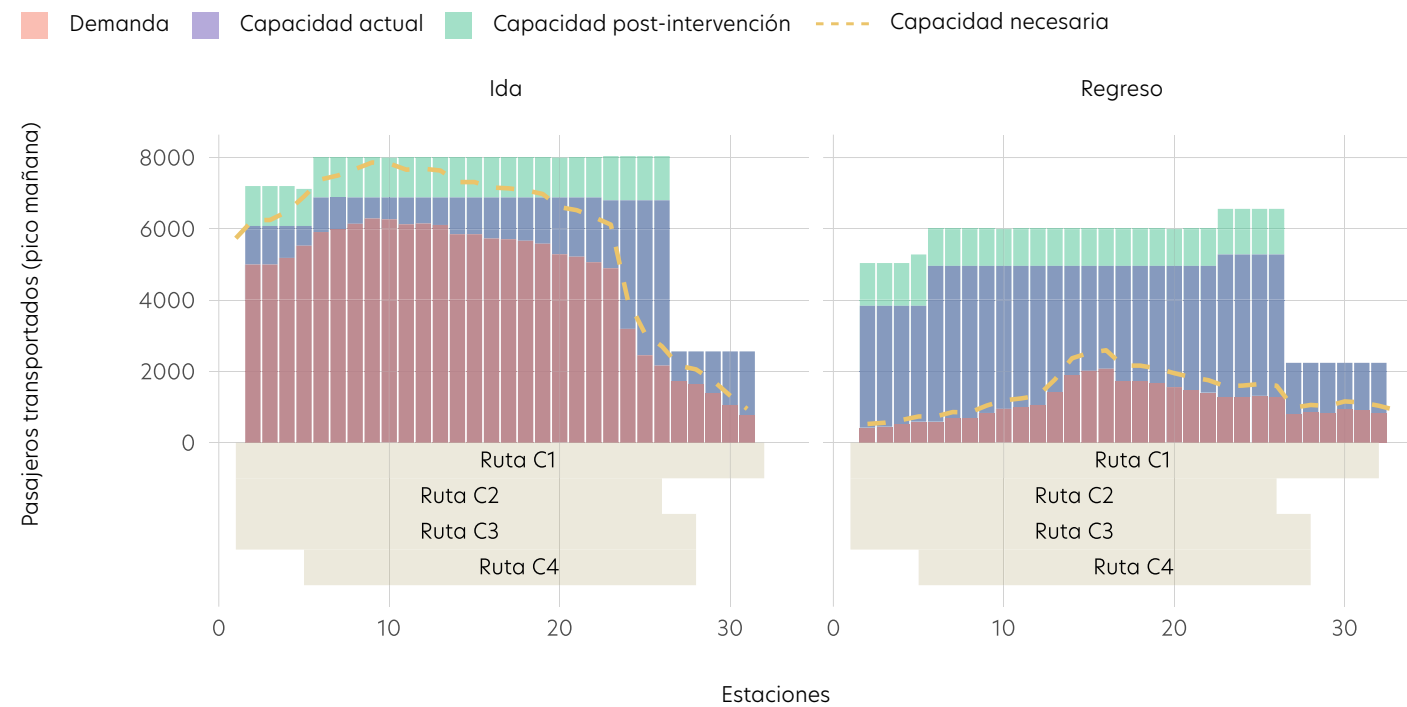
En la Línea 2 de Metrobús, aumentar la frecuencia podría significar un nivel considerable de saturación de las estaciones, del punto de vista de las condiciones operacionales necesarias para mantener la regularidad de los servicios. Además, la operación actualmente realizada completamente por autobuses articulados permite su cambio parcial por autobuses biarticulados, a ejemplo de la estrategia progresivamente utilizada por Metrobús para la Línea 1, lo que permite atender adecuadamente la demanda observada en periodo prepandemia, en 2019.

Los intervalos practicados son mantenidos constantes, pero la capacidad de transporte en los tramos críticos podría aumentar en 20% con el cambio parcial de la flota.

Más específicamente, la medida significaría retirar 41 autobuses articulados de circulación y remplazarlos por autobuses biarticulados con capacidad nominal para un máximo de 240 pasajeros. Al todo, serían 9.5 mil kilómetros diarios de recorrido operados por autobuses biarticulados en detrimento de autobuses articulados.

Eso reduciría en 89,3% los tiempos de viaje diarios de pasajeros en niveles de ocupación media muy altos (más que 80% de la capacidad ofertada en el tramo), reduciéndolos a menos de 1%. A pesar de mantener las frecuencias practicadas actualmente, el costo por kilómetro de operación en autobuses biarticulados es mayor que en articulados, principalmente debido al mayor consumo de combustible. Así, los más de 9 mil km diarios antes practicados por articulados y ahora practicados por autobuses biarticulados resultaría en un aumento de 10,2% de los costos operativos. Además, los costos de capital también sufren un aumento de magnitud similar por el cambio de parte de la flota, aunque representen una porción menor de los costos totales.

Figura A2-13. Perfil de oferta y demanda pre y post intervención de cambio de la flota para la Línea 2 de Metrobús, Ciudad de México.

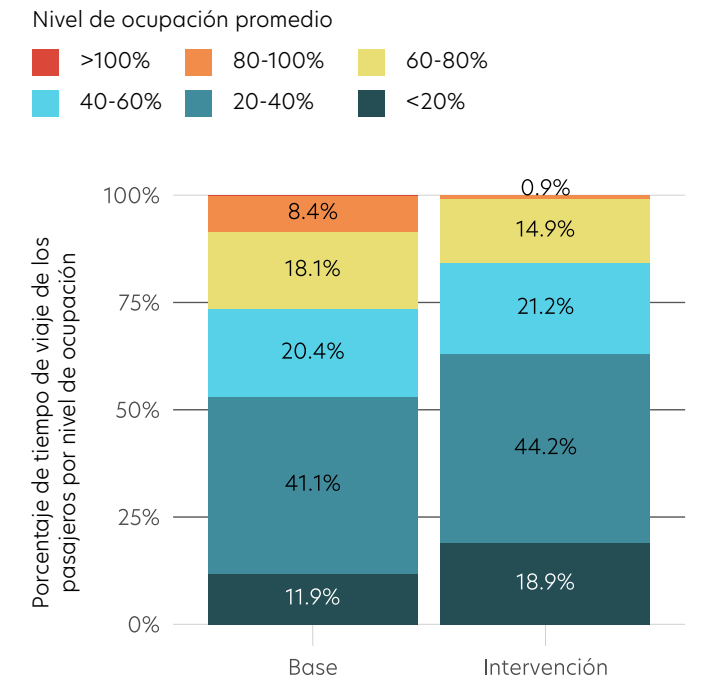


Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

HORA	SENTIDO	TRAMO CRÍTICO (DÍA HÁBIL)				
		CAPACIDAD BASE (PASAJEROS)	INTERVALO BASE (MINUTOS)	CAPACIDAD NECESARIA (PASAJEROS)	CAPACIDAD INTERVENCIÓN (PASAJEROS)	INTERVALO INTERVENCIÓN (MINUTOS)
7	Ida	6.720	1,43	7.833	8.080	1,43
8	Ida	6.720	1,43	6.107	8.000	1,43
17	Regreso	6.080	1,58	4.028	7.920	1,58
18	Regreso	6.400	1,50	5.187	7.760	1,50
19	Regreso	6.400	1,50	4.393	7.760	1,50

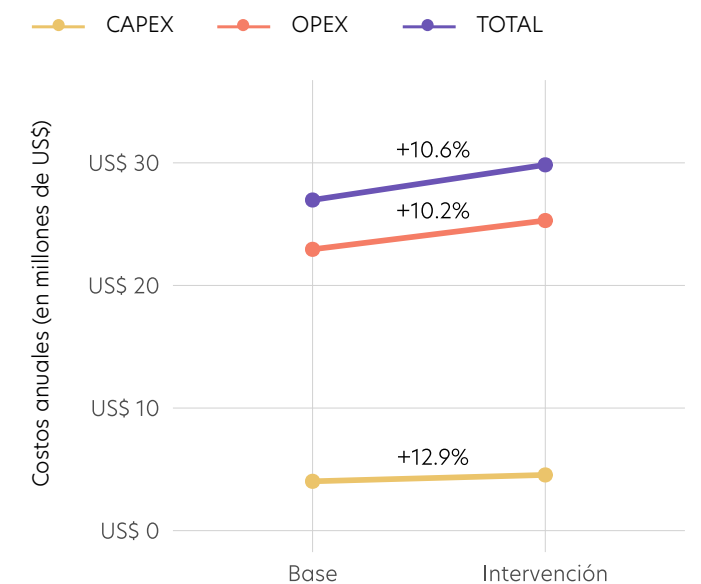
ESCENARIO	AUTOBUSES (CAPACIDAD NOMINAL)	FLOTA	DESPACHOS DIARIOS	KILOMETRAJE DIARIO
BASE	Articulados (160)	93	1.404	21.827
	Biarticulados (240)	0	0	0
INTERVENCIÓN	Articulados (160)	52	803	12.302
	Biarticulados (240)	41	601	9.526
DIFERENCIA (ABSOLUTA)	Articulados (160)	-41	-601	-9.526
	Biarticulados (240)	41	601	9.526
DIFERENCIA (%)	Articulados (160)	-44%	-43%	-44%
	Biarticulados (240)	-%	-%	-%

Figura A2-14. Impactos de la intervención de cambio de la flota en la distribución de los tiempos de viaje de los pasajeros por nivel de ocupación promedio para la Línea 2 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

Figura A2-15. Costos operativos y de capital de la intervención de cambio de la flota para la Línea 2 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

### A3.3 Línea 7

#### A3.3.1 Cumplimiento de los servicios programados

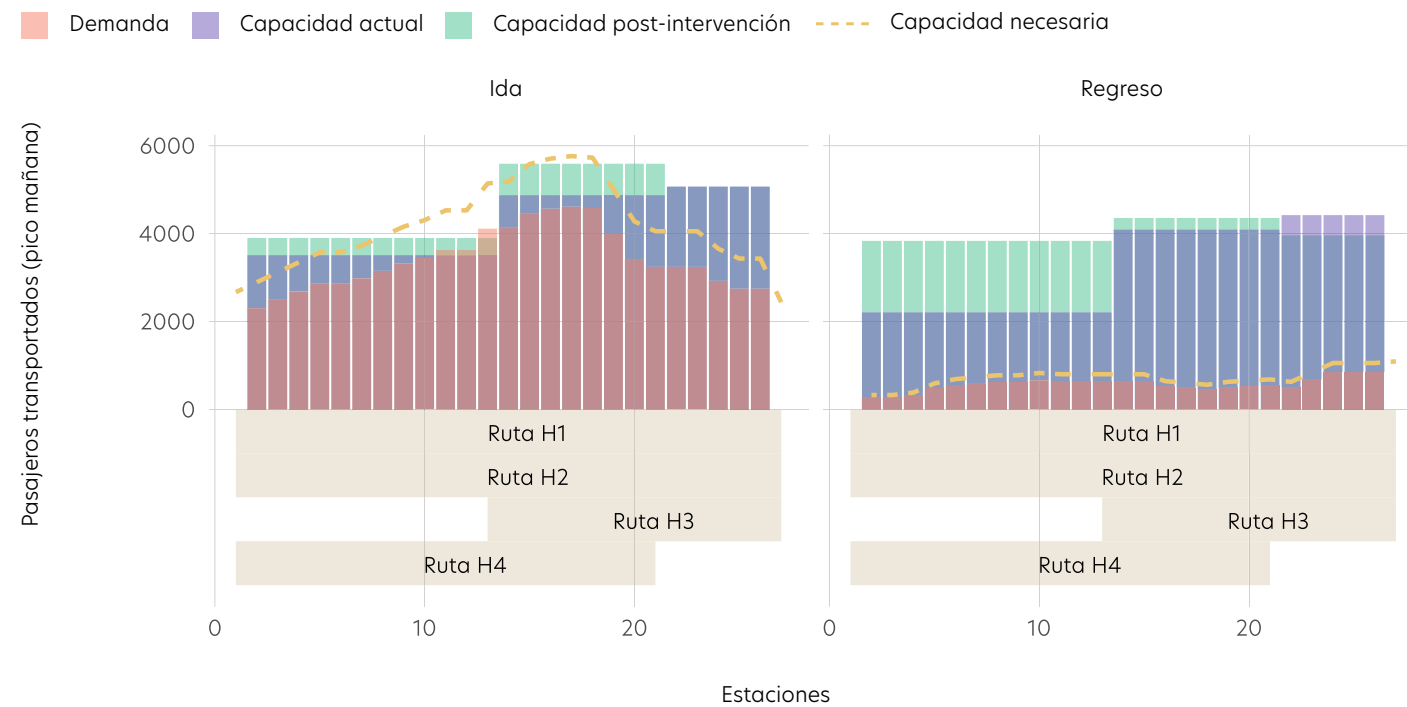
En la Línea 7, los servicios programados son prácticamente adherentes al perfil de pasajeros del escenario de recuperación plena de la demanda observada en prepandemia, pero considera el nivel de ocupación promedio igual a 100% de la capacidad ofertada, lo que reduce la calidad del servicio vivenciado y percibido por las personas usuarias. En el sentido regreso, a pesar de la gran ociosidad de la capacidad de transporte, es posible atender adecuadamente a los pasajeros a lo largo de todo el trayecto.

El cumplimiento de los servicios programados reduciría los intervalos en las horas pico mañana y tarde, aumentando la capacidad de transporte de pasajeros. A las 17h, por ejemplo, los intervalos entre autobuses, considerando todas las rutas que operan en el tramo crítico, pasarían de 2 minutos para 1 minuto y 34 segundos.

En consecuencia, serían necesarios más 5 autobuses operando en la Línea 7, además de más de 3 mil kilómetros diarios de recorrido.

Para las personas usuarias, la medida significaría una reducción de 19,8% para 11,1% de sus tiempos en niveles de ocupación promedio mayores que 80%. Los impactos financieros del cumplimiento de la programación serían de 12% en los costos anuales totales, en especial causados por el aumento en los costos operativos decurrentes de los kilómetros adicionales de recorrido.

Figura 2-16. Perfil de oferta y demanda pre y post intervención de cumplimiento de los servicios programados para la Línea 7 de Metrobús, Ciudad de México.

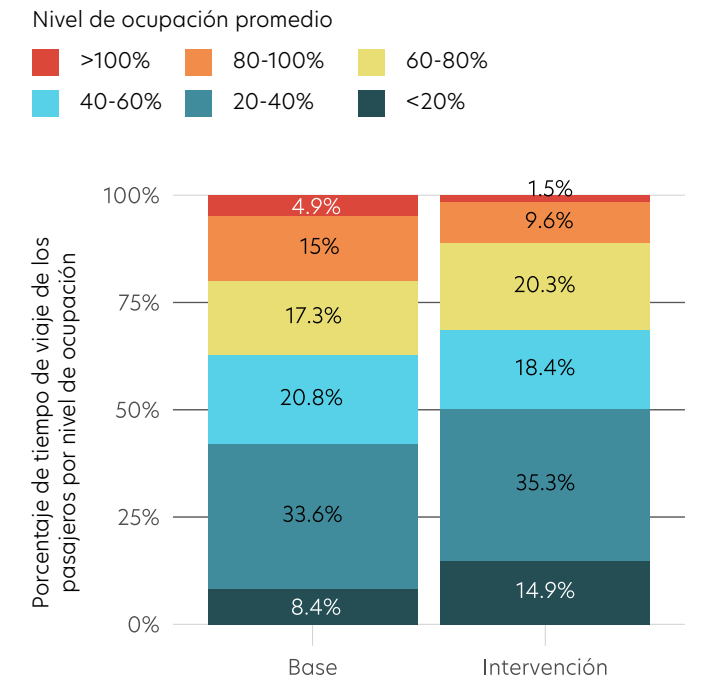


Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

HORA	SENTIDO	TRAMO CRÍTICO (DÍA HÁBIL)				
		CAPACIDAD BASE (PASAJEROS)	INTERVALO BASE (MINUTOS)	CAPACIDAD NECESARIA (PASAJEROS)	CAPACIDAD INTERVENCIÓN (PASAJEROS)	INTERVALO INTERVENCIÓN (MINUTOS)
7	Ida	4.940	1,58	5.729	5.330	1,46
8	Ida	5.070	1,54	5.307	5.460	1,43
17	Regreso	3.900	2,00	4.459	4.940	1,58
18	Regreso	4.030	1,94	5.344	4.420	1,76
19	Regreso	3.900	2,00	4.626	4.940	1,58

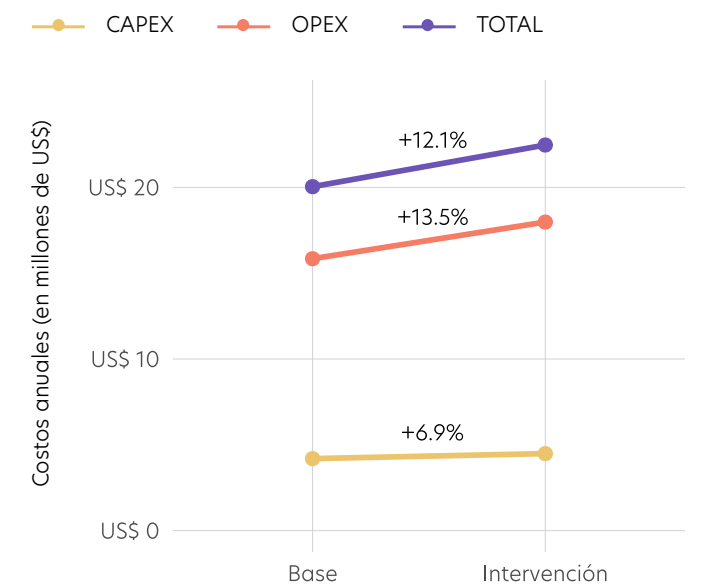
ESCENARIO	AUTOBUSES (CAPACIDAD NOMINAL)	FLOTA	DESPACHOS DIARIOS	KILOMETRAJE DIARIO
BASE	Doble-piso (130)	72	1.160	13.838
	Articulados (160)	0	0	0
INTERVENCIÓN	Doble-piso (130)	77	1.435	16.976
	Articulados (160)	0	0	0
DIFERENCIA (ABSOLUTA)	Doble-piso (130)	5	275	3.139
	Articulados (160)	0	0	0
DIFERENCIA (%)	Doble-piso (130)	7%	24%	23%
	Articulados (160)	0%	0%	0%

Figura A2-17. Impactos de la intervención de cumplimiento de los servicios programados en la distribución de los tiempos de viaje de los pasajeros por nivel de ocupación promedio para la Línea 7 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

Figura A2-18. Costos operativos y de capital de la intervención de cumplimiento de los servicios programados para la Línea 7 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

### A3.3.2 Cambio por vehículos de mayor capacidad con aumento de la frecuencia

En la Línea 7, en vez de aumentar significativamente la frecuencia (lo que aumentaría la ociosidad de transporte en determinados tramos y podría dificultar la operación en vías no completamente segregadas), es posible combinar diferentes medidas, como el cambio parcial o total de la flota con un aumento simultáneo de frecuencias.

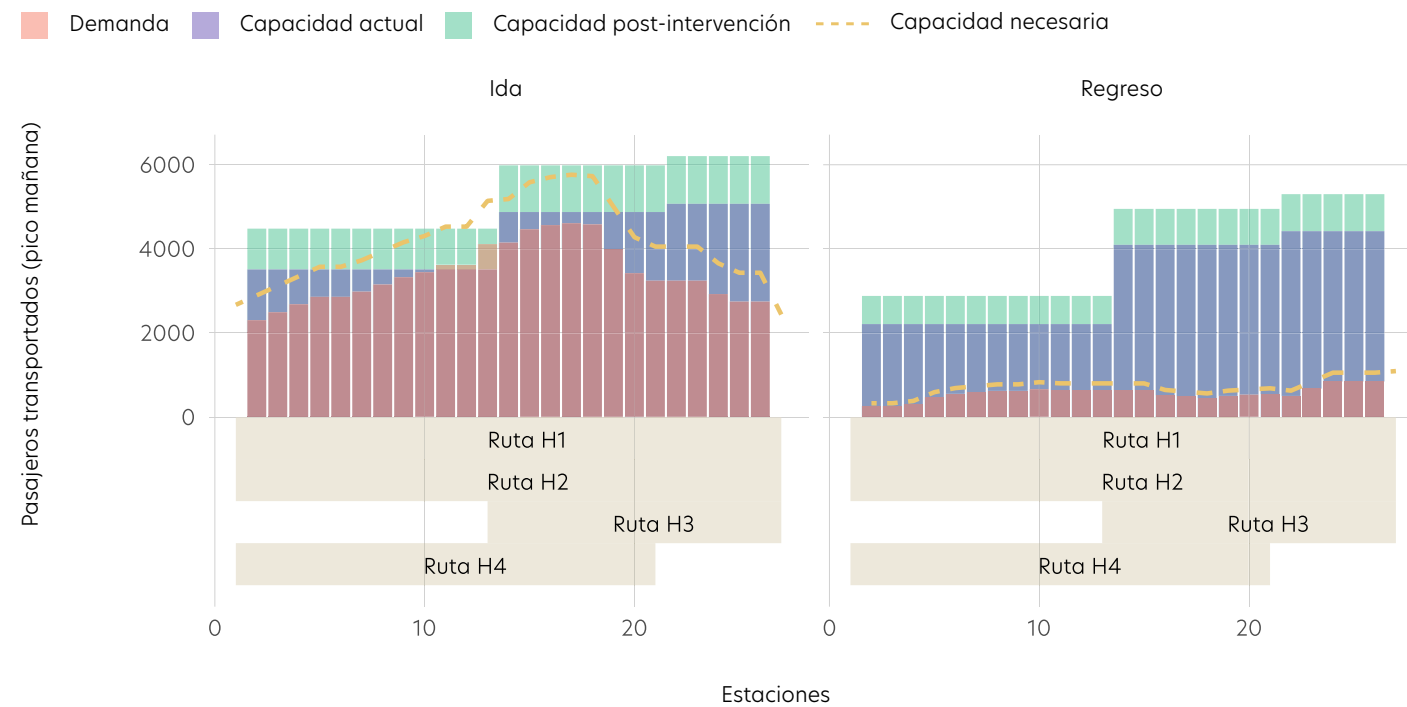
En el pico de la mañana, sólo reemplazar la flota con vehículos articulados puede ser suficiente para satisfacer la demanda en el escenario de plena recuperación. En el pico tarde, se requiere un aumento de capacidad nominal combinado con el aumento de frecuencias.

Así, sería necesario reemplazar al menos 60 vehículos doble-piso (o 81% de la flota) por autobuses articulados, manteniendo el total de kilómetros de recorrido en cerca de 12 mil kilómetros diarios.

Claro que el cambio de la flota tiene impactos simbólicos importantes para la ciudad, ya que los autobuses doble piso son frecuentemente utilizados para representar visualmente el sistema. Pero para las personas usuarias, la combinación de medidas resultaría en una reducción de 81,3% de los tiempos de viaje en niveles de ocupación media mayor que 80% y un aumento de 19,8% de los tiempos de viaje en niveles de ocupación media menor que 40%.

En términos de costos, mismo con aumento de la flota de autobuses, el cambio por vehículos articulados (específicamente aquí autobuses de piso bajo, tal cual estudiado por Metrobús) resulta en una reducción del CAPEX en torno de 0,6%. Eso pasa debido al mayor costo de los autobuses doble piso con relación a los articulados. Los costos operativos aumentan en 4,4%.

Figura A2-19. Perfil de oferta y demanda pre y post intervención de cambio de la flota para la línea 7 de Metrobús, Ciudad de México.

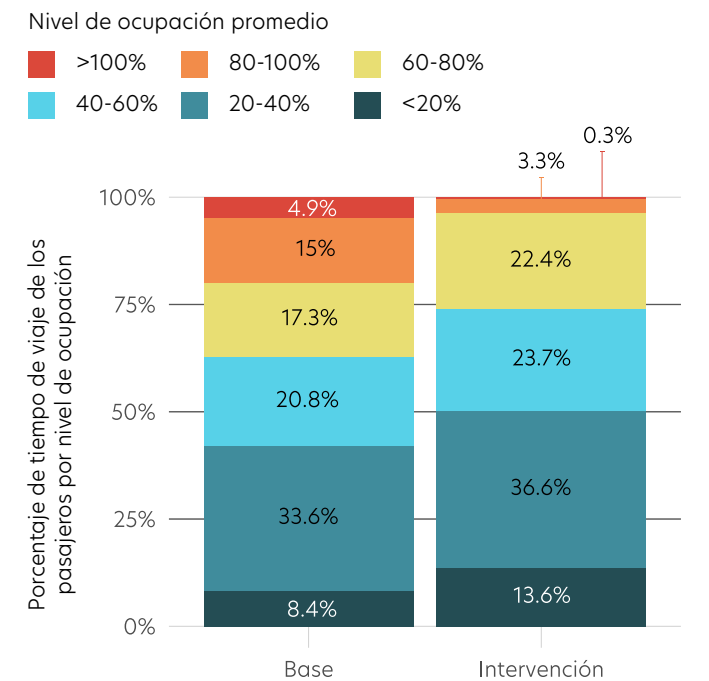


Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

HORA	SENTIDO	TRAMO CRÍTICO (DÍA HÁBIL)				
		CAPACIDAD BASE (PASAJEROS)	INTERVALO BASE (MINUTOS)	CAPACIDAD NECESARIA (PASAJEROS)	CAPACIDAD INTERVENCIÓN (PASAJEROS)	INTERVALO INTERVENCIÓN (MINUTOS)
7	Ida	4.940	1,58	5.729	5.910	1,54
8	Ida	5.070	1,54	5.307	6.070	1,50
17	Regreso	3.900	2,00	4.459	5.100	1,82
18	Regreso	4.030	1,94	5.344	5.870	1,58
19	Regreso	3.900	2,00	4.626	4.910	1,88

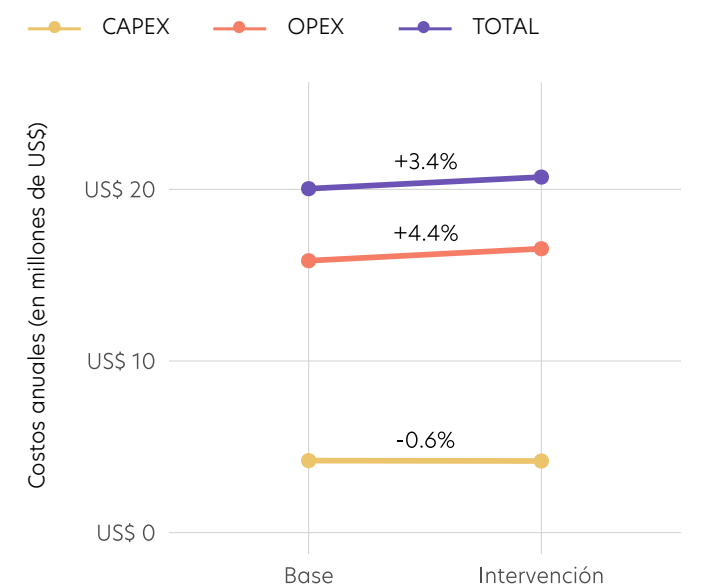
ESCENARIO	AUTOBUSES (CAPACIDAD NOMINAL)	FLOTA	DESPACHOS DIARIOS	KILOMETRAJE DIARIO
BASE	Doble-piso (130)	72	1.160	13.838
	Articulados (160)	0	0	0
INTERVENCIÓN	Doble-piso (130)	14	236	1.978
	Articulados (160)	60	952	12.094
DIFERENCIA (ABSOLUTA)	Doble-piso (130)	-58	-924	-11.859
	Articulados (160)	60	952	12.094
DIFERENCIA (%)	Doble-piso (130)	-81%	-80%	-86%
	Articulados (160)	-%	-%	-%

Figura A2-20. Impactos de la intervención de cambio de la flota en la distribución de los tiempos de viaje de los pasajeros por nivel de ocupación promedio para la línea 7 de Metrobús, Ciudad de México.



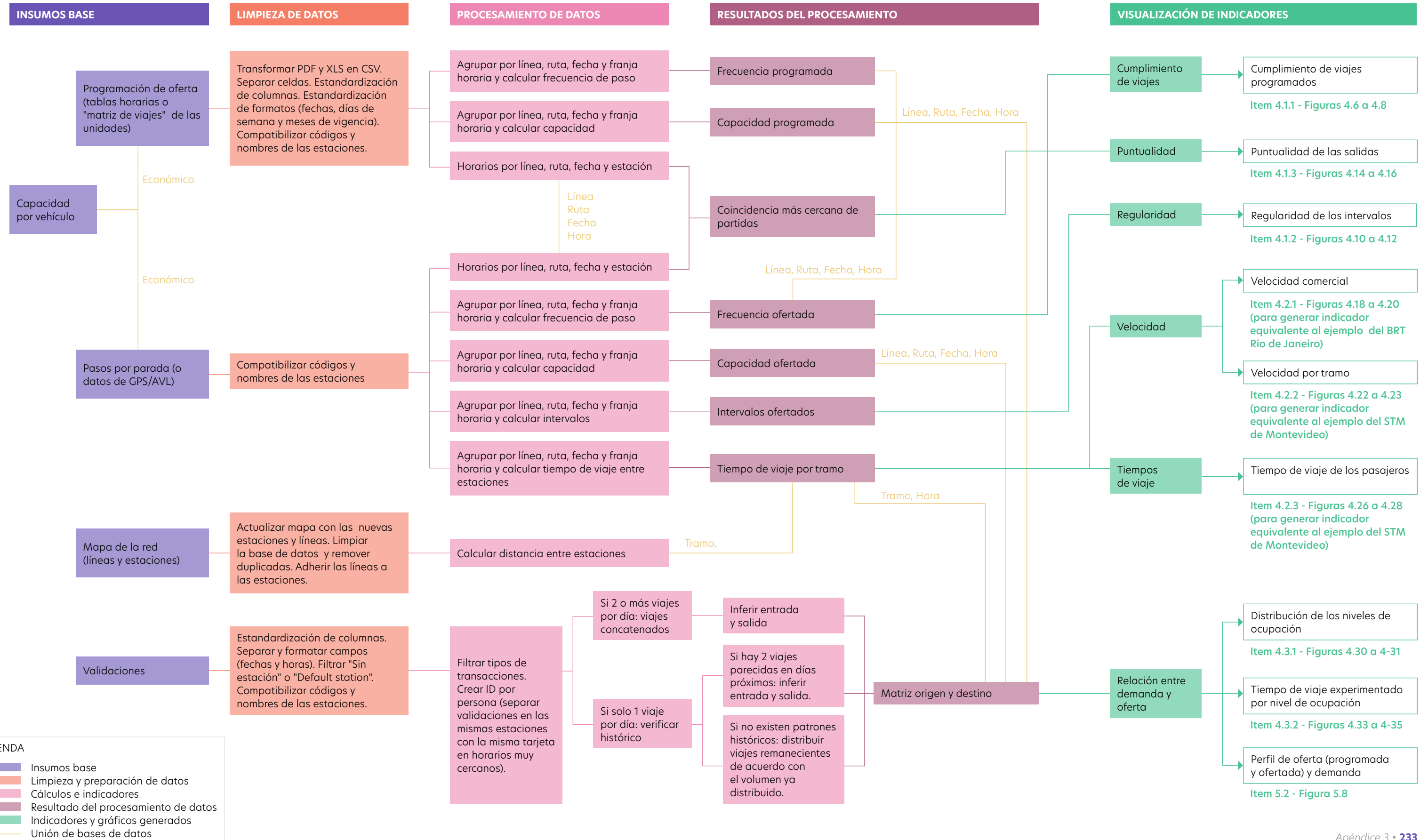
Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

Figura A2-21. Costos operativos y de capital de la intervención de cambio de la flota para la línea 7 de Metrobús, Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia, utilizando datos de Metrobús, CDMX.

# Apéndice 3: Proceso de tratamiento, procesamiento y análisis de datos aplicado para el sistema Metrobús de Ciudad de México



# DEFINICIÓN, MEDICIÓN Y GESTIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO DEL TRANSPORTE PÚBLICO PARA CIUDADES DE AMÉRICA LATINA

---