



**ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.**

Secretaría de Movilidad

**DISEÑO CONCEPTUAL DE LA RED DE TRANSPORTE MASIVO  
METRO Y DISEÑO OPERACIONAL, DIMENSIONAMIENTO  
LEGAL Y FINANCIERO DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO EN  
EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE  
PÚBLICO – SITP – PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

**PRODUCTO N° 05  
DOCUMENTO DE CARACTERIZACIÓN DEL SITP  
PARA CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO**

**MB-GC-ME-0005**

Rev. 1. Noviembre 2009



TITULO DEL DOCUMENTO: DOCUMENTO DE CARACTERIZACIÓN DEL SITP PARA CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

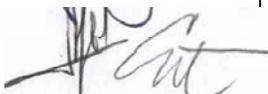
DOCUMENTO N°: MB-GC-ME-0005

Referencia: P210C25

Fichero: MB-GC-ME-0005\_Rev1\_20091129.docx

Revisión número: 1

Fecha revisión : Noviembre 2009

	Nombre	Firma	Fecha
Realizado por	Françoise Guillerault		Noviembre 2009
	Mario Noriega		Noviembre 2009
	Johanna M <sup>a</sup> . Lobo Gutiérrez		Noviembre 2009
Verificado por	José Manuel Almoguera		Noviembre 2009
Aprobado por	Luis M. San Martín Esteban Rodríguez		Noviembre 2009



**REGISTRO DE CAMBIOS**

<b>REV.</b>	<b>FECHA</b>	<b>SECCIÓN / PÁRRAFO AFECTADO</b>	<b>INICIO DEL DOCUMENTO/ RAZONES DEL CAMBIO</b>
0	Septiembre 2009	TODOS	DOCUMENTO INICIAL
1	Noviembre 2009	TODOS	INCORPORACIÓN DE OBSERVACIONES GI Y SDM

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>8</b>
2.1	Evolución del sistema de transporte público en los últimos años .....	8
2.2	Reorganización del sistema de transporte .....	10
2.2.1	Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y Plan Maestro de Movilidad (PMM) .....	10
2.2.2	Decreto Distrital 309 de 2009 de adopción del SITP .....	14
2.3	Estudios recientes .....	16
2.3.1	Diseño técnico, legal y financiero del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) para la ciudad de Bogotá D.C. – 2008 .....	16
2.3.2	SITP ajustado – 2009 .....	20
<b>3</b>	<b>ENFOQUE METODOLÓGICO.....</b>	<b>27</b>
3.1	Planteamiento de la metodología de trabajo .....	27
3.2	Elementos a considerar para caracterizar la integración .....	28
3.2.1	Integración física y territorial.....	28
3.2.2	Integración funcional.....	30
3.2.3	Integración operacional .....	37
3.2.4	Integración organizacional.....	39
3.2.5	Integración tecnológica.....	41
3.3	Indicadores propuestos .....	43
3.3.1	Descripción física, funcional y operacional.....	43
3.3.2	Indicadores de uso y movilidad .....	44
3.3.3	Indicadores de calidad, eficacia y eficiencia.....	44
3.3.4	Metodología de cálculo, herramientas y fuentes de información .....	45
<b>4</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL SITP .....</b>	<b>53</b>
4.1	Evaluación para cada escenario .....	53
4.1.1	Escenarios contemplados.....	53
4.1.2	Descripción física, funcional y operacional.....	54
4.1.3	Indicadores de uso y movilidad .....	67
4.1.4	Indicadores de calidad, eficacia y eficiencia.....	78
4.1.5	Esquema organizacional .....	83
4.2	Fortalezas y debilidades.....	87
4.2.1	Aspecto físico y urbanístico.....	87

4.2.2	Aspecto funcional .....	88
4.2.3	Aspecto operacional .....	89
4.2.4	Aspecto organizacional.....	91
4.2.5	Aspecto tecnológico.....	92
<b>5</b>	<b>ANÁLISIS DEL SISTEMA DE MOVILIDAD FRENTE LA NUEVA RED DE METRO.....</b>	<b>94</b>
5.1	Estimación del impacto de la puesta en servicio del metro sobre la operación del SITP .....	94
5.2	Identificación de Pros y Contras para la integración del metro en el SITP ...	100
5.2.1	Integración física y urbana .....	100
	Integración física y urbana.....	105
5.2.2	Integración funcional.....	106
5.2.3	Integración operacional .....	107
5.2.4	Integración organizacional.....	108
5.2.5	Integración tecnológica.....	109
5.2.6	Aceptación y aprobación pública.....	111
5.3	Recomendaciones.....	112
5.3.1	Acciones para mitigar problemas y aprovechar oportunidades en cada aspecto de Integración. ....	112
5.3.2	Estrategia para la implementación y desarrollo de la red de metro: medidas recomendadas .....	117
<b>6</b>	<b>ANEXO..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>	
6.1	Efecto barrera. Experiencias internacionales y el caso de Bogotá .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>7</b>	<b>GLOSARIO .....</b>	<b>119</b>

## 1 INTRODUCCIÓN

La Administración del Distrito Capital de Bogotá considera que es el momento definitivo de avanzar en la construcción de nuevas infraestructuras de transporte público masivo tipo metro para su plena integración en un sistema global de movilidad, que promueva y garantice la accesibilidad, movilidad y mayor seguridad de los ciudadanos y que contribuya al cumplimiento de los objetivos del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y el Plan Maestro de Movilidad (PMM) del Distrito Capital. En este sentido el POT especifica que la conformación del sistema de movilidad debe darse en el marco de las políticas de desarrollo y movilidad sostenible, dando prioridad al transporte público, compartido y no motorizado, sobre el transporte particular.

Teniendo en cuenta los estudios recientes sobre movilidad en la ciudad, se debe considerar que la red de metro se debe enmarcar en el **Sistema Integrado de Transporte Público (SITP)** con el fin de mejorar la eficacia general de la movilidad en toda la ciudad. El metro no es una competencia sino el complemento estructural del sistema Bus Rapid Transit TransMilenio, el tren de cercanías (para lo cual el Gobierno Nacional adelanta un estudio de estructuración), el sistema de buses y los demás componentes del sistema de transporte de la ciudad. Una meta esencial del proyecto de integración de todos los modos es crear **un solo sistema en lo funcional, lo institucional y lo tarifario** contemplando también la articulación con la región, con el propósito de cubrir las demandas de viajes, mejorar la calidad de vida y productividad de la ciudad.

La primera fase del SITP se da con la implementación de un sistema organizado de operación de buses articulado con el sistema TransMilenio, para posteriormente ser complementado con la red Metro y el Tren de cercanías.

Conforme a los términos de referencia, el contrato referido al “Diseño conceptual de la red de transporte masivo metro y diseño operacional, dimensionamiento legal y financiero de la primera línea del metro en el marco del SITP para la ciudad de Bogotá”, en ejecución para la Secretaría Distrital de Movilidad de la Alcaldía Mayor de Bogotá, ha desarrollado un modelo del sistema de transporte de la ciudad para escenarios de base (2008), de corto (2018 inicio de operación del metro), mediano (2028) y largo plazo (2038) “con el propósito de **determinar, analizar y evaluar las implicaciones, modificaciones e impactos en las estructuras urbanas y de manera específica en la movilidad con la implementación de la red metro**”. En este sentido, los escenarios establecidos en el producto N° 04 de la etapa 1 tienen en cuenta las proyecciones de desarrollo urbano, social, económico y de movilidad en el marco de la planeación territorial, sin contemplar la red de metro cuyo diseño conceptual y técnico (trazado, tecnología ferroviaria, estrategia de desarrollo, entre otros) ha sido definido en la etapa 2 del contrato.

El sistema de movilidad analizado en el presente estudio engloba tanto los componentes de transporte público ya existentes como los proyectos planteados por la Administración Distrital, Departamental y Nacional: el desarrollo de TransMilenio, el proceso de integración del transporte público de la ciudad (SITP) y el tren de cercanías.

Se debe considerar que la puesta en servicio de la red de metro, teniendo en consideración su rol estratégico y estructurante, tendrá efectos sobre la distribución de la demanda de transporte público e influirá sobre los desarrollos urbanos y las actividades asociadas a los usos del suelo<sup>1</sup>, así que resultará necesario reconsiderar algunas actuaciones actualmente proyectadas y proceder a ajustes y/o modificaciones al sistema actualmente programado. Así pues, se **busca establecer el conjunto de acciones necesarias para asegurar la adecuada integración del metro al SITP a lo largo del desarrollo del metro** (escenarios de corto, mediano y largo plazo establecidos).

---

<sup>1</sup> Estos cambios se analizan en el Documento del Modelo mejorado, ya que la definición de los escenarios futuros de demanda considera como hipótesis de partida el desarrollo de los planes parciales, las operaciones estratégicas y los cambios en los usos del suelo que pueden darse asociados al desarrollo de infraestructuras de transporte como el metro.

El presente producto N° 05<sup>2</sup> del estudio presenta la **caracterización del sistema de transporte público, incluyendo el metro**, para el corto, mediano y largo plazo, presentando un análisis de la integración del SITP<sup>3</sup> en términos funcionales, operacionales, organizacionales, tecnológicos y urbanísticos y la **identificación de futuros conflictos y potencialidades relevantes frente a la implementación de la red de metro en la ciudad**. Dicha caracterización contempla, junto con indicadores de efectividad del sistema de transporte público, los aspectos a considerar para evaluar el nivel de integración del sistema como un conjunto:

- Descripción física y conceptual del sistema
- Caracterización de la demanda que puede atender
- Caracterización de los viajes que permite movilizar
- Calidad, eficacia y eficiencia operativa
- Integración física y territorial
- Integración funcional
- Integración operacional
- Integración organizacional
- Integración tecnológica

Los indicadores y criterios pertinentes están identificados en el **capítulo 3** del presente documento.

La descripción y evaluación de las características del sistema, que se lleva a cabo en el **capítulo 4**, permite destacar las fortalezas y debilidades del mismo en lo relacionado a la calidad y oportuna prestación del servicio de transporte público para cubrir las necesidades de movilidad. Se establece asimismo el nivel de integración del sistema global.

El **capítulo 5** pone de manifiesto los futuros conflictos u oportunidades, sean por motivo técnico o político (este último en el sentido institucional, empresarial y punto de vista del usuario y más generalmente de la colectividad), que se pueden identificar en el sistema de movilidad ante la introducción de la red de metro y su impacto sobre los demás componentes del SITP. Por consiguiente se intenta destacar las modificaciones necesarias para superar los posibles obstáculos, mitigar las resistencias y aprovechar las potencialidades oportunas. Cabe señalar que los análisis estratégicos del marco legal, institucional y las posibilidades de financiación para adelantar el proyecto del metro han sido objeto de los respectivos productos N° 06, 07 y 09 del presente contrato, y alternativas de contratación y los aspectos institucionales del metro dentro del SITP se recogen en los productos 23 y 24 de la etapa 2.

A continuación en la etapa 3 del contrato, los productos 26, 29 y 30 desarrollarán respectivamente los ajustes operacionales del SITP (modificación de rutas y plan de oferta, impacto sobre costos operacionales), los requerimientos tecnológicos para el metro (impactos frente al recaudo, control, telecomunicaciones del SITP), y la estructura tarifaria del sistema global (supuestos de política tarifaria, esquema de remuneración de los agentes del SITP, ajuste de la tarifa técnica y esquema tarifario comercial).

---

<sup>2</sup> El producto 5, originalmente previsto en la etapa 1, ha sido aplazado al final de la etapa 2 para poder contar con la alternativa elegida de red de metro y con el cronograma del desarrollo de dicha red, a fin de recomendar disposiciones que permitan asegurar la integración del metro en el SITP.

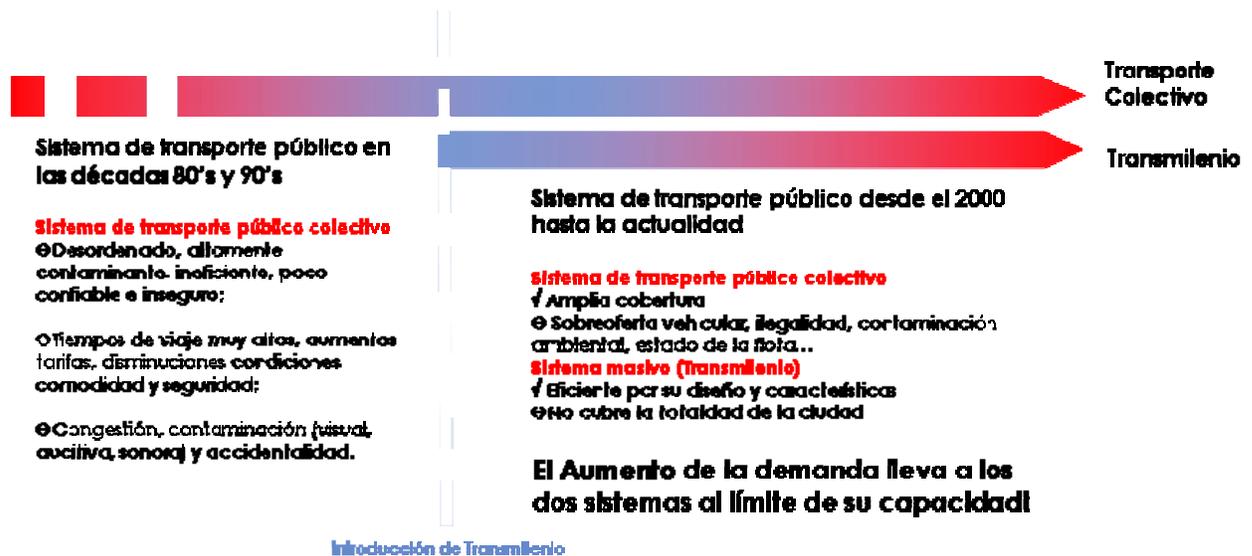
<sup>3</sup> Tomando como base la actualización realizada por TransMilenio S.A. a fecha de septiembre de 2009, del Estudio del Sistema Integrado de Transporte Público- SITP del año 2008.

## 2 ANTECEDENTES

### 2.1 Evolución del sistema de transporte público en los últimos años

La ciudad ya ha adelantado diferentes estudios encaminados a la estructuración de un sistema masivo de transporte público. Las primeras ideas se remontan a la primera mitad del siglo XX, pero debido a diferentes razones que incluyen el cambio de administración, la falta de consenso a niveles locales y nacionales,... la ciudad continua con la gran falta de un sistema metro. El primer estudio amplio de viabilidad y prediseño detallado del Metro se terminó en 198, pero la falta de apoyo nacional impidió que se empezara este plan. La ciudad entonces decidió empezar un plan de corredores para buses que se materializó con la Avenida Caracas, sin grandes cambios en el esquema de operación. Este corredor separado para buses aumentó la capacidad y velocidad de transporte pero no mejoró la seguridad y las condiciones urbanas y ambientales. Un nuevo intento para desarrollar un sistema masivo se reinició en 1996 con un plan de transporte seguido por estudios de viabilidad para un Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) que incluía rutas de buses, un sistema de rutas alimentadoras de buses BRT llamado TransMilenio y una línea de metro. El producto principal fue la definición de la primera línea del metro (PLM) para cual se desarrollaron los estudios técnicos y la evaluación económica, ambiental, urbana, legal y financiera. Posteriormente, a finales de la década de los 90's, la Administración Distrital decidió suspender la ejecución del proyecto. Se dirigieron los recursos disponibles a la adecuación del componente flexible del SITM: el sistema TransMilenio, que se ha desarrollado por fases desde el año 2000.

Figura 2-1 Evolución histórica del sistema de transporte público en Bogotá



Fuente: Elaboración propia

En la actualidad existen dos subsistemas urbanos gestionados y operados de manera totalmente aislada:

- Transporte Público Colectivo (TPC): sistema de rutas de baja capacidad (bus, busetas y micros) operando de forma atomizada en corredores de alta, media y baja demanda, con amplia cobertura espacial en la ciudad. Este transporte tradicional no cumple con los estándares de calidad y eficiencia, lo que redundaría en una congestión generalizada en la ciudad y un deterioro de la calidad de vida de los ciudadanos.

- TransMilenio (TM): sistema de alta capacidad tipo BRT operando en corredores de alta demanda y usando infraestructura segregada para las rutas troncales, las cuales están prolongadas por un sistema de rutas alimentadoras que operan en tráfico mixto.

En el ámbito interurbano, cabe señalar la existencia del subsistema de buses interurbanos gestionados de forma independiente con los subsistemas urbanos.

El diagnóstico del sistema de movilidad resalta la baja calidad del servicio del TPC, las dificultades estructurales del sistema de transporte público con una importante heterogeneidad vehicular y la desarticulación entre modos, asociadas a una gestión particular y poco rigurosa en cuanto a la planificación y la aplicación de la regulación de los modos en conjunto. Si bien el transporte público de la ciudad ha podido vivir un proceso de modernización como consecuencia de la implantación de TransMilenio, mediante la reorganización del transporte público colectivo y la aplicación de políticas de chatarrización<sup>4</sup>, no se logra un uso coordinado y conjugado entre los dos subsistemas y las dificultades del transporte público colectivo siguen siendo importantes. El sistema TransMilenio por su parte se beneficia de tener una organización estructurada y eficiente bajo un régimen regulatorio más adecuado, asegurados mediante la gestión por concesión que tienen preestablecidas las condiciones de organización, capacidad financiera, técnica y de seguridad. No obstante, el diseño de infraestructuras asociado al esquema operacional, aunque permita una capacidad teórica muy alta, constituye una barrera física importante en los corredores dónde está implantado.<sup>5</sup>.

Asimismo, el crecimiento continuado de la demanda de TransMilenio desde el inicio de su operación, lo ha llevado al límite de su capacidad, particularmente en varias estaciones dónde se observan un número de buses sirviendo las plataformas por encima de la capacidad práctica del sistema, una alta densidad de pasajeros al interior de las plataformas y una alta ocupación de los buses al llegar a la estación<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Proceso de reposición y desintegración física de vehículos que cumplan su vida útil

<sup>5</sup> Las barreras físicas corresponden fundamentalmente a la división física de la ciudad por los corredores, el requerir el desarrollo de grandes plataformas para el acceso a las estaciones, dificultad de acceso para las personas de movilidad reducida, etc. Desde el punto de vista urbano, la implantación del sistema BRT de TransMilenio se hace sin ampliar la capacidad vial y asignando para este sistema carriles exclusivos, la mayoría ellos con carril de sobrepaso. En aquellos viales en que el sistema se inserta en el sistema de semaforización de la ciudad, permitiendo el tránsito perpendicular en las calles transversales y el cruce a nivel de los peatones, pero el nivel de servicio del sistema y la velocidad específica bajan ostensiblemente en relación con los viales en los que prácticamente no hay cruces. Tal es el caso de la Av. Caracas, con bajos niveles de servicio, como ocurre en la Alameda de Santiago de Chile con el Transantiago. En otros viales, como en la NQS, en que el cruce de peatones se hace a distinto nivel, con pasarelas peatonales, que además sirven para alimentar al sistema de los viajeros, que acceden a un andén central, ya que los vehículos cuentan con puertas a la derecha, se obtiene un servicio eficaz y con velocidades relativamente altas. El doble carril por sentido permite establecer diferentes líneas, algunas expresas, con servicios notables. El lado negativo no es para el servicio, sino para la ciudad, porque estas vías, como por ejemplo la NQS, se constituyen como una verdadera barrera. Lo más negativo, siempre desde el punto de vista urbano, es que esta barrera no se sitúa en el perímetro de la ciudad, como en el caso de la M-30 de Madrid, o el Litoral de Barcelona. Por el contrario, se trata de una hendidura urbana que incide en el centro de la trama. Los puentes peatonales o pasarelas, separadas en función de las distancias entre paradas, se disponen a distancias que sobrepasan los 400 m. no permiten una comunicación peatonal fluida. Otro efecto es que al ser el tránsito peatonal menor, se produce un efecto en la disminución de la oferta comercial, lo que origina una devaluación de los locales, degradándose, por tanto su uso para actividades cada vez menos atractivas y con menores afluencias. Otros ejemplos se citan en el anexo del presente documento.

<sup>6</sup> Los principales patrones problemáticos identificados en el estudio de determinación de la capacidad del sistema TransMilenio desarrollado por Steer Davies Gleave en 2007 están vinculados a la limitación de la capacidad en estaciones y no a la capacidad en vía.

## 2.2 Reorganización del sistema de transporte

A continuación se detallan el marco normativo dentro del cual se está planificando el sistema de transporte y las políticas de ordenamiento.

### 2.2.1 Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y Plan Maestro de Movilidad (PMM)

Como ya se ha citado en productos anteriores, el POT es el instrumento de planificación fundamental que define la estrategia de ordenamiento de la ciudad-región a largo plazo (10 años) para garantizar el desarrollo urbanístico y económico deseado.

Dentro de la estructura funcional y de servicios, el **sistema de movilidad**, mediante su interrelación con otros sistemas y con la distribución de usos de suelo e intensidades de desarrollo, es un **elemento esencial para consolidar la estructura socioeconómica y espacial y optimizar el uso y aprovechamiento del territorio**. El sistema de movilidad en el POT está conformado por los subsistemas vial, vial peatonal (no motorizado, incluyendo bicicletas), de transporte y de regulación y control del tráfico.

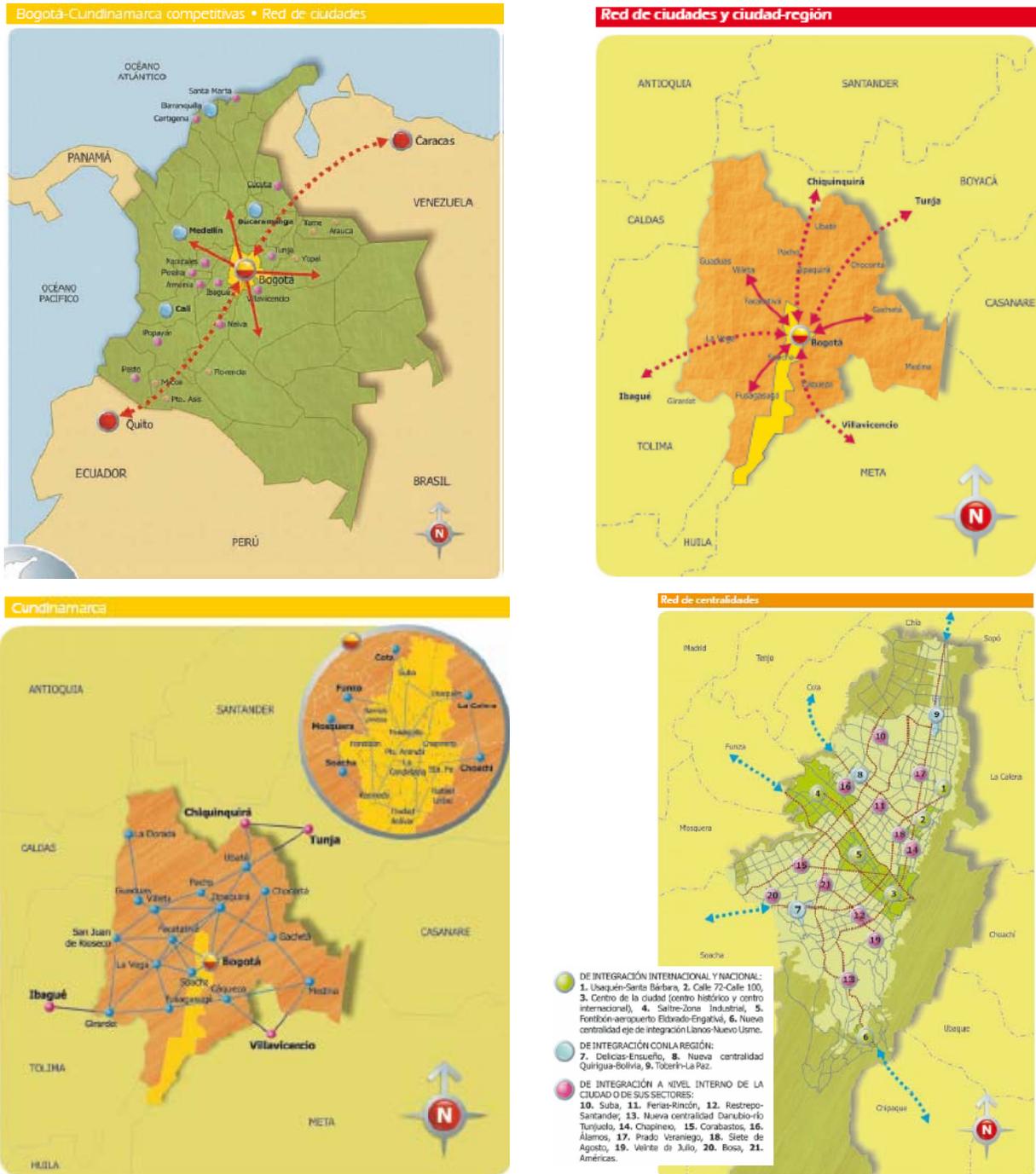
En 2008-2009 se adelanta un proceso de revisión del POT vigente por el cual el desarrollo técnico de los aspectos a revisar está previsto hasta junio 2009. Este proceso se ve como una oportunidad para un mayor consenso social y para cumplir los propósitos, estrategias y programas del Plan de Desarrollo Distrital<sup>7</sup>. La revisión está motivada, entre otros, por los cambios ocurridos en la ocupación territorial, en las tendencias de crecimiento, la dinámica de construcción de infraestructura vial y de transporte y para incorporar el concepto de sostenibilidad al modelo de ocupación del territorio e integrar los desarrollos de los planes maestros (instrumentos mediante los cuales se establecen los objetivos, políticas y estrategias de largo plazo).

Uno de los objetivos principales en el largo plazo (2013) del POT revisado en 2003 y consolidado mediante el Decreto Distrital 190 de 2004 es pasar a **un modelo de ciudad-región abierto y desconcentrado**, en el que el Distrito Capital se reconoce como nodo principal de la red de ciudades y centralidades (núcleos urbanos compactos configurados alrededor del centro metropolitano) que se interrelacionan funcionalmente en la región Bogotá-Cundinamarca.

---

<sup>7</sup> Documento especificando los proyectos y las acciones estatales a adelantar en cada período de gobierno de la alcaldía, el vigente para el periodo 2008-2012 siendo "Bogotá Positiva: Para Vivir Mejor"

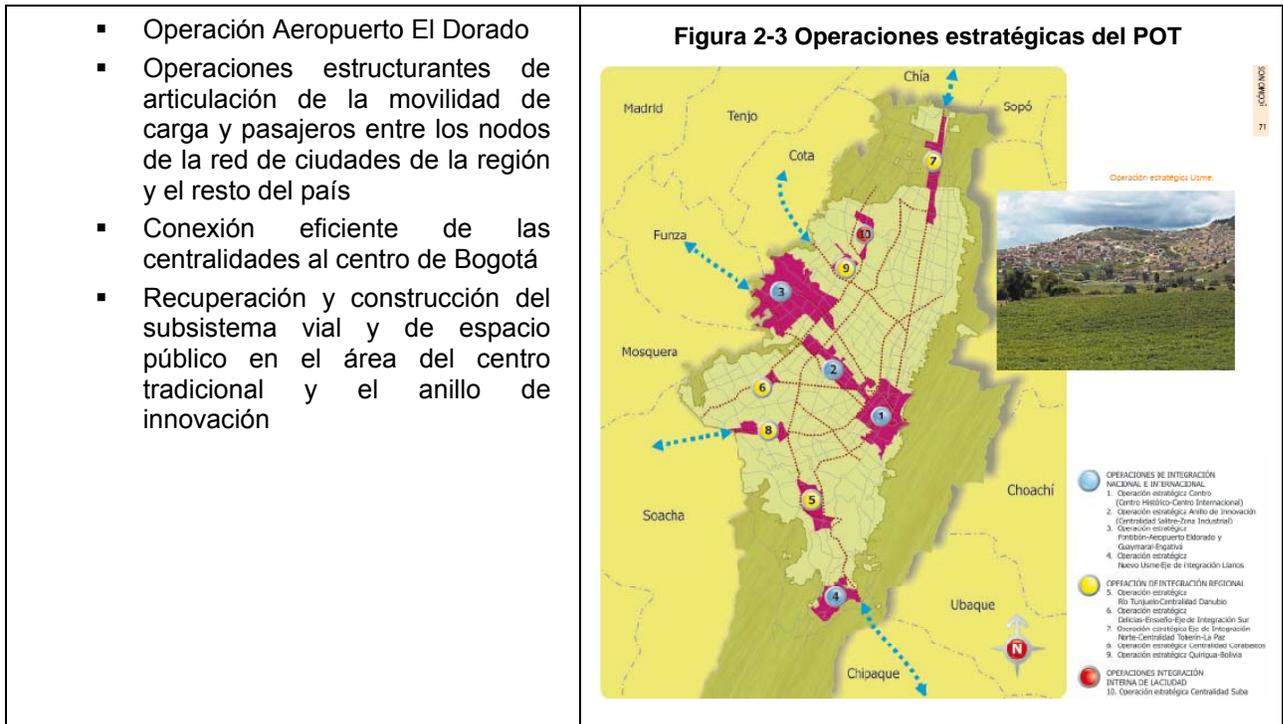
**Figura 2-2 Visión regional de Bogotá – Cundinamarca: conexiones a mejorar para aumentar la competitividad en la región, en el país, y en el mundo y concepto de red de ciudades y centralidades**



Fuente: Documento resumen 1ª revisión 2000-2003 del POT (2007)

Las acciones prioritarias enunciadas en el POT corresponden a las intervenciones que buscan consolidar y articular las 10 operaciones estratégicas:

- Las Operaciones estratégicas se consideran relevantes ya que pretenden fortalecer distintas centralidades. Son instrumentos que fortalecen y ayudan a construir la estructura socioeconómica y espacial y buscan que la ciudad se desarrolle de manera armónica, evitando la concentración de las actividades económicas, culturales o sociales en un solo sector. Tienen la finalidad de orientar los recursos de inversión para que sean incluidos en el respectivo programa de ejecución de cada administración.<sup>8</sup>
- Las O.E que se muestran a continuación en la Figura 2-3, priorizan las siguientes operaciones del sistema de movilidad:



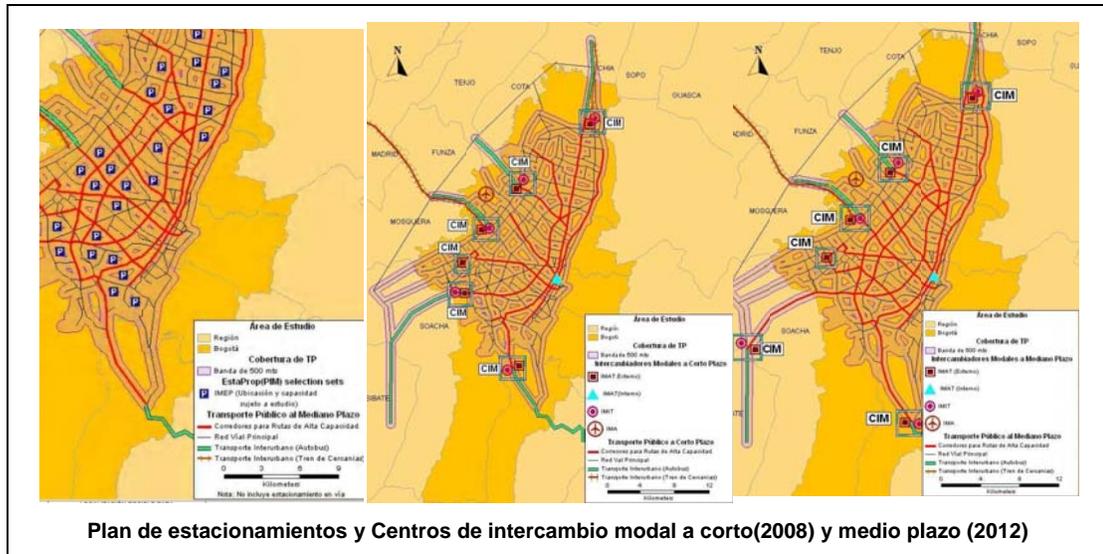
Fuente: Documento resumen 1ª revisión 2000-2003 del POT (2007)

Así mismo el POT se desarrolla mediante los Planes Maestros de cada sector. El Plan Maestro de Movilidad – PMM, es el eje sobre el cual se debe articular la planeación en materia de transporte. En este Plan se consideran aspectos relevantes para la definición del funcionamiento de la ciudad, entre los cuales figuran varios subsistemas, de los cuales el subsistema de transporte:

En la siguiente figura se presentan tres de los mapas temáticos más relevantes para el presente estudio, como son el ordenamiento de estacionamientos y los centros de intercambio modal en sus dos fases previstas (hasta el 2012).

<sup>8</sup> Secretaría de Planeación Distrital- SDP

Figura 2-4 Actuaciones previstas en el PMM



Fuente: Plan Maestro de Movilidad – SDP

## 2.2.2 Decreto Distrital 309 de 2009 de adopción del SITP

Con la expedición del Decreto N°309 del 23 de julio de 2009 se adopta el Sistema Integrado de Transporte Público para Bogotá, D.C, reafirmando la prioridad dada a su desarrollo, expansión e implantación y establecida en el PMM. El Decreto establece que *“la **integración de los diferentes modos de transporte público iniciará con el transporte público colectivo urbano de pasajeros y el masivo actual**, previendo la posterior integración del transporte férreo, otros modos de transporte y demás componentes establecidos en el PMM (correspondientes al transporte público individual, red de intercambiadores modales, red de estacionamientos y red de peajes). El SITP se estructura bajo las condiciones previstas en la regulación del transporte masivo, por lo cual se requiere la celebración de **contratos de concesión**, adjudicados en licitación pública y precisando las condiciones exigidas en materia de organización, capacidad financiera, capacidad técnica y de seguridad, para la prestación del servicio de transporte público. De conformidad con los **principios para la democratización** establecidos en el PMM, el proceso de selección de operadores propiciará la participación del mayor número posible de propietarios actuales de vehículos de transporte público colectivo matriculados en Bogotá, incentivará la participación de las Administración Distrital que operan en la actualidad el transporte público colectivo, propiciará la inclusión en el nuevo sistema del mayor número posible de conductores y demás actores actuales del sector de transporte urbano colectivo, y permitirá la participación de las Administración Distrital que operan en la actualidad el transporte público masivo, siempre que satisfagan los requisitos exigidos en los pliegos de condiciones. No obstante, estos principios no afectarán las finalidades básicas del proceso de licitación, en cuanto a la contratación de la mejor propuesta para la operación de los servicios tendiente a generar la menor tarifa posible a los usuarios. Se prevé una política de readaptación laboral para aquellas personas del actual sector de transporte público colectivo que queden fuera de la nueva estructura operacional”*

*“El modelo operacional elegido para el SITP es el de **operación por zonas**, con una flota de vehículos cumpliendo con criterios de estandarización de equipos, uniformidad de flota, accesibilidad para la población discapacitada o con movilidad reducida, y requisitos técnicos y ambientales. Las zonas serán operadas por **empresas con condiciones financieras y organizacionales suficientes** para asumir la responsabilidad de toda la flota necesaria para la operación. La gestión y operación del recaudo, de los centros de control troncal y zonal, de información y servicio al usuario, la consolidación de la información y la conectividad de la totalidad del SITP serán centralizadas en el Sistema Integrado de Recaudo, Control, e Información y servicio al usuario (SIRCI).”*

Este sistema, será concesionado mediante concurso público y deberá servir como proveedor del software y hardware necesarios para gestionar:

- El subsistema de recaudo
- El subsistema de control de flota
- El subsistema de información y servicio al usuario.
- La consolidación de la información.
- La conectividad.

El concesionario del SIRCI será el encargado de

- Suministrar la infraestructura, realiza el mantenimiento y opera el subsistema de recaudo
- Suministrar la infraestructura y realiza el mantenimiento del Centro de Control Troncal del subsistema de control de flota.
- Suministrar la infraestructura y realiza el mantenimiento de los Centro de Control zonales del subsistema de control de flota.
- Suministrar los equipos del SIRCI a bordo de los buses y realiza el mantenimiento.

- Suministrar la infraestructura y realiza el mantenimiento y operación del subsistema de Información y Servicio al Usuario.
- Suministrar la infraestructura y realiza la integración y consolidación de la información del SIRCI
- Suministrar la conectividad del SIRCI

El decreto establece que *“el recaudo actual del sistema TransMilenio se continuará prestando en las condiciones previstas en los contratos, sin embargo TransMilenio S.A. deberá adelantar las gestiones necesarias para garantizar la integración con el SIRCI”*.

Según el Decreto, *“el **modelo tarifario se estructura de acuerdo a principios de costeabilidad** (considerando la capacidad de pago promedio de los usuarios), **equilibrio** (garantizando la remuneración de los costos de operación y permitiendo una rentabilidad razonable) y **sostenibilidad financiera**. El diseño tarifario previsto integrará los costos de todos servicios incorporados al SITP, y deberá respetar los esquemas de remuneración y el equilibrio económico de los contratos suscritos para el desarrollo del sistema TransMilenio hasta su culminación. Además, el diseño tarifario estará abierto a la implementación de tarifas para poblaciones específicas bajo la condición que se presupueste independientemente de los ingresos corrientes del SITP. La tarifa al usuario será fijada y actualizada mediante decreto distrital bajo condiciones y supuestos de actualización sujetas exclusivamente a los principios y estructura del sistema tarifario y contenidas en los contratos de concesión de los operadores zonales y del SIRCI.”*<sup>9</sup>

La migración del actual transporte público colectivo hacia el masivo se realizará bajo la responsabilidad de TransMilenio S.A. como ente gestor del SITP y el proceso de integración deberá garantizar la **continuidad en la prestación del servicio**, manteniendo el sistema colectivo y masivo actual hasta que el SITP entre gradualmente en operación. La integración gradual del SITP se orienta por principios de progresividad, oportunidad, accesibilidad, eficiencia, sostenibilidad financiera y ambiental, seguridad, calidad, economía, coordinación y complementariedad. En este sentido, se prevé iniciar la operación con la flota actual el sistema de transporte público colectivo, y se pretende **racionalizar la oferta y modernizar el parque automotor** mediante reposiciones reglamentadas y compra de vehículos del actual transporte público colectivo con los recursos disponibles del Factor de Calidad del Servicio.

La **implementación gradual del SITP** sigue las fases definidas a continuación, previendo que las **dos primeras estén implementadas a 15 de octubre 2011**:

- **Fase 1 Preparación:** inicio de los procesos de selección de los operadores zonales y del SIRCI.
- **Fase 2 Implantación gradual de la operación:** adjudicación de las licitaciones de operación zonales y del SIRCI, integración operacional gradual, realización de las obras de infraestructura previstas en el Plan de Desarrollo Distrital. La gradualidad de la integración se dará integrando operacionalmente las zonas, a medida que inicien su operación, entre ellas y con el actual sistema TransMilenio, las demás zonas manteniendo las condiciones de prestación del servicio del actual sistema de transporte público colectivo hasta tanto los operadores zonales SITP inicien su prestación. La integración tarifaria se materializará en cuanto esté surtida la etapa de pruebas del SIRCI, se garantice la completa conectividad y seguridad en su integración con el actual sistema de recaudo del sistema TransMilenio, y exista un medio tecnológico de pago común a los servicios integrados. La integración tarifaria prevista para el SITP considera un esquema de cobro diferenciado por tipo de

---

<sup>9</sup> La integración tarifaria del SITP una vez se integre el metro, se desarrollará en los productos de la Etapa 3 del presente estudio, concretamente en el Producto 30.

servicio, con pagos adicionales por transbordo inferiores al primer cobro, válido en condiciones de viajes que estén dentro de un lapso de tiempo determinado.

- **Fase 3 Operación integrada del SITP:** integración operacional y tarifaria del 100% de rutas y servicios, realización de mejoras a la infraestructura del sistema vial para generar eficiencias operacionales, proceso continuo de ajuste de oferta a la demanda y de renovación de vehículos.
- **Fase 4 Integración con los modos férreos:** integración tarifaria y operacional al sistema de los otros modos previstos en el PMM, en particular el metro objeto de la presente consultoría, pero también el tren de cercanías y el transporte intermunicipal de pasajeros por carretera, en un marco de sostenibilidad financiera que conserve el equilibrio económico de los componentes integrados y beneficie al usuario.

## 2.3 Estudios recientes

En desarrollo del PMM, la Secretaría de Movilidad ha contratado diversos estudios sobre los diferentes componentes del sistema de transporte de la ciudad (redes peatonales, ciclorrutas, ordenamiento de estacionamientos, intercambiadores modales de pasajeros, diseño del SITP...). Por su lado, el Gobierno Nacional está adelantado un estudio de estructuración del Tren de cercanías.

Los siguientes apartados recogen los principales lineamientos de los estudios que conforman las principales fuentes de información secundaria para el presente producto<sup>10</sup>:

- Diseño técnico, legal y financiero del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) para la ciudad de Bogotá D.C. (actualizado a julio 2008): línea base, diseño conceptual, jerarquización vial, capítulos 1 y 3 del diseño técnico de detalle
- Informe final de la Asistencia técnica para la implantación del SITP de Bogotá (actualizado a mayo 2009) e Informes del SITP ajustado (actualizado a julio 2009): diseño técnico-operacional (resumen ejecutivo e informe completo de septiembre 2009), diseño estructura tarifaria (resumen ejecutivo), informe de estructuración financiera (resumen ejecutivo), diseño jurídico, diseño conceptual del SIRCI

### 2.3.1 Diseño técnico, legal y financiero del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) para la ciudad de Bogotá D.C. – 2008

Estudio realizado en 2008 por GGT, Escallón Morales e Asociados, Systra para la Secretaría de Movilidad. El enfoque estratégico del diseño del SITP se enmarca dentro de los lineamientos establecidos en el PMM.

La estructuración conceptual del SITP pretende responder a las dificultades identificadas en el diagnóstico establecido en la Línea Base.

El estudio define alternativas para integrar los servicios en un sistema que cubre la totalidad de las necesidades de los usuarios. El SITP estará conformado por los dos sistemas de transporte urbano que hoy en día operan en la ciudad de forma independiente (con condiciones institucionales, operacionales y de control totalmente distintas): el sistema TransMilenio y el Transporte Público Colectivo. La integración de los dos subsistemas resultará en un **sistema de rutas operadas de forma articulada**, atribuyendo a las rutas troncales y pretroncales la función de transporte de larga

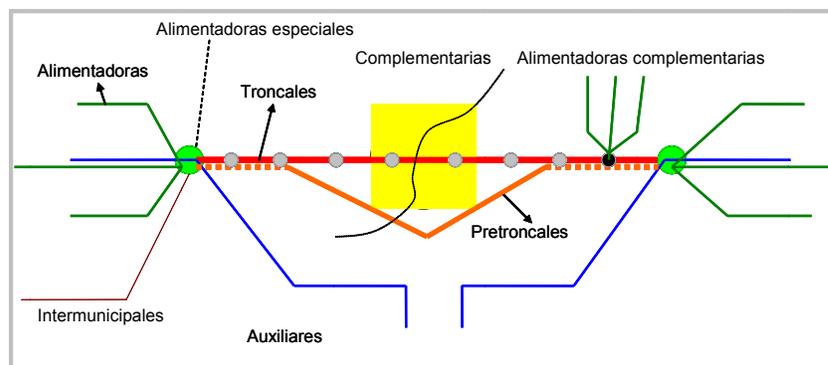
---

<sup>10</sup> Una síntesis de los estudios de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera del Tren de Cercanías de la Sabana de Bogotá y el Distrito Capital (actualizado a diciembre 2008), de la Estrategia Técnica, Financiera y Legal para la implementación de intercambiadores modales de pasajeros en Bogotá y su entorno regional (actualizado a mayo 2008), así como el plan de inversiones del IDU (Proyectos de valorización IDU y acuerdo 180 de 2005) se presenta en el producto 4 de la presente consultoría.

distancia que serán complementadas por rutas alimentadoras, especiales y auxiliares enfocadas a la función de captación y distribución de viajes de corta distancia para la alimentación de la red troncal.

La consultoría propone las siguientes tipologías de rutas, además de las ya existentes en el sistema TransMilenio y en el ámbito interurbano: las pretroncales son rutas transitorias hasta que se implante un corredor troncal, las cuales operan en corredores con carril derecho preferencial con posibilidad de compartir tramos de los corredores troncales con carril izquierdo exclusivo – por lo tanto deben operar con buses con puertas a los 2 lados; las alimentadoras complementarias son rutas que suministran pasajeros al sistema (pre)troncal fuera del área de los terminales y estaciones intermedias; las rutas especiales son las que atienden zonas de difícil acceso o en la periferia. El esquema del sistema de rutas se muestra en la Figura 2-5.

**Figura 2-5 Esquema Básico del Sistema de Rutas en el Diseño Conceptual del SITP de Bogotá**



Fuente: *Diseño Técnico, Legal y Financiero del Sistema Integrado de Transporte Público para la ciudad de Bogotá D.C. – Diseño Conceptual (2008)*

La implementación del SITP se define como un **proceso complejo de cambio del sistema actual hasta el sistema futuro**, y tiene implicaciones en todos componentes involucrados en el funcionamiento del sistema:

- Aspectos legales
- Estructuración del sistema de rutas jerarquizadas: troncal, pretroncal, auxiliar, alimentadora, alimentadora complementaria o especial.
- Organización de los operadores
- Recaudo y centro de control
- Aspectos financieros y tarifarios
- Aspectos de ajuste institucional
- Aspectos sociales (incluyendo todos los usuarios)

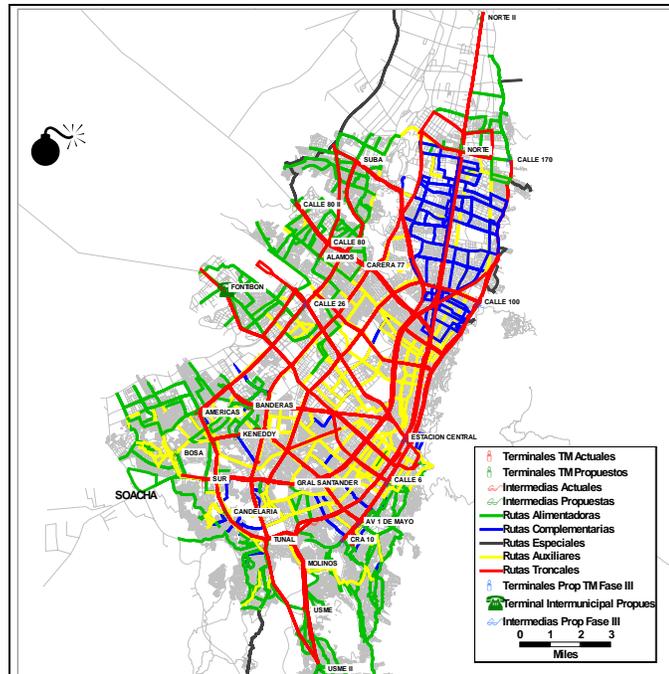
La propuesta de implementación sigue una estrategia de **desarrollo gradual por fases**, pretendiendo evitar los traumatismos del cambio para los usuarios, permitir el aprendizaje del operador con la nueva estructura y permitir al gestor conocer con profundidad las características de la oferta y demanda del sistema. Las fases están caracterizadas por los hitos más relevantes en el proceso de transición y obedecen a la sucesión y los tiempos mínimos de implementación para poner en funcionamiento los diferentes componentes:

1. Adjudicación de **concesiones por zonas** para la prestación del servicio público de transporte. Los concesionarios serán operadores privados que tendrán organización administrativa y técnica. Las rutas serán contractuales y definidas por cada una de las 8 zonas concesionadas que conformarán la ciudad.

2. **Recaudo centralizado del sistema.** Este componente permitirá un manejo controlado de los ingresos del sistema y un conocimiento preciso de la demanda, gracias a la administración de información que permiten los medios de pago electrónicos (como tarjetas inteligentes).
3. **Integración tarifaria** (pago de una sola tarifa independiente del número de embarques que el usuario realice en un periodo de tiempo predeterminado) con la posibilidad de implementar tarifas diferenciales por tipo de servicio o ruta y ofrecer beneficios, descuentos o facilidades a grupos de población en situación de vulnerabilidad.
4. Estructuración de rutas con la **integración del sistema Colectivo al sistema TransMilenio**, el TPC convirtiéndose al “Flexible Complementario” como lo estableció el PMM. Este hito se desarrollará gradualmente conforme a la disponibilidad de la infraestructura requerida para la operación del SITP, considerando los siguientes aspectos:
  - Disponibilidad de recursos para inversión en infraestructura
  - Operación inicial con flota actual y sustitución gradual por flota nueva
  - Migración de la operación con operadores TransMilenio y de Zonas (2009) a solo operador de Zonas a lo largo del tiempo
  - Posibilidad de cambiar rutas pretroncales a troncales sin generar pérdida de la inversión en la tecnología vehicular (buses solicitados con puertas a los dos costados)
  - Cambio de rutas de baja capacidad a rutas de alta capacidad en los corredores actuales de alta demanda, a futuro estructura de corredor troncal en los corredores de alta demanda identificados en los estudios de TransMilenio y en el PMM
  - Reducción de los requerimientos de infraestructura en terminales y estaciones cerradas gracias a la implementación de la integración tarifaria total y flexibilidad operacional de las rutas pretroncales: embarque/desembarque de pasajeros fuera de los portales (“rutas precursoras”) y del corredor troncal

La red de rutas propuesta está consistente con la red del sistema Troncal contenido en el Plan Marco de TransMilenio y con los corredores de Alta y Media Capacidad propuestos en el PMM. *“La implementación del SITP considera la implementación de las obras de Fase 3 de TransMilenio y la **integración con los modos férreos: Tren de Cercanías y Metro, que supone un ajuste del sistema de rutas y de las condiciones de los contratos de los operadores de transporte, así que la adecuada interacción entre los diferentes agentes**”.*

**Figura 2-6 Configuración general del diseño preliminar de rutas para el SITP  
(totalmente implementado, antes de la integración con modos férreos)**



Fuente: Diseño Técnico, Legal y Financiero del Sistema Integrado de Transporte Público para la ciudad de Bogotá D.C. – Diseño Conceptual (2008)

El proceso de implementación propuesto plantea 5 escenarios temporales:

- 2009: procesos licitatorios pertinentes surtidos, racionalización de rutas actuales, eliminación de rutas que compiten con TransMilenio, ampliación de rutas alimentadoras en la periferia y implementación de rutas especiales que atienden zonas de difícil acceso;
- 2011: incorpora fase 3 TransMilenio (troncales: Carrera 10, Av El Dorado, Calle 6; pretroncal: Carrera 7), mejoras físicas y operacionales en los corredores troncales y pretroncales y en los portales, construcción de nuevos terminales y estaciones, implementación de rutas alimentadoras + sistema integrado de recaudo, control de operación de flota, inicio de integración tarifaria;
- 2013: mejoramiento físico operacional en la Av Boyacá, entrada en operación del troncal de Soacha, rutas intermunicipales en zonas que tienen portales y rutas de Soacha no entran en la ciudad y se convierten en rutas alimentadoras + Terminal satélite El Cangrejal;
- 2017: adecuaciones físicas de las pretroncales Av 68, 1° Mayo, Av Centenario, Av Américas, Calle 127 tramo Av Boyacá – Autopista Norte y Calle 170, paso previo a la implementación de corredores troncales en las vías principales de la ciudad, tal y como se indica en el PMM. No queda ninguna de las rutas originales del colectivo;
- 2022: sistema implantado en su totalidad.

**Tabla 2-1 Obras de infraestructura consideradas para los diferentes escenarios (Estudio 2008)**

ESCENARIO 2009	ESCENARIO 2011	ESCENARIO 2013	ESCENARIO 2017	ESCENARIO 2022
<b>Medidas de mejoramiento</b> Comportamiento del tránsito, mejorar control.	<b>Corredores</b> Troncal Cr 10 <sup>a</sup> Troncal Cl 26 Carrera 7 <sup>a</sup> (carril preferencial derecho)	<b>Corredores</b> Av Boyacá (carril preferencial derecho)	<b>Corredores con carril preferencial derecho</b> Av 68 Av 1° Mayo Av Callejas (Autonorte - Boyacá) Av J.Celestino Mutis (Cr 13 - Av Cali)	<b>Corredores con carril exclusivo izquierdo</b> Av Boyacá Av 68 Av 1° Mayo Av J.Celestino Mutis (Cr 13 - Av Cali)
<b>Obras de mejoramiento del tránsito</b> Mejoramiento geométrico, pares viales, eliminación de giros izquierdos, cierre de separadores, entre otros.	<b>Portales</b> Sur Oriente Occidental Eldorado Calle 170 Tunal - ampliación	<b>Portales</b> Usme II	<b>Portales</b> Bosa Fontibón	<b>Portales</b> Calle 80 II Norte II
	<b>Estaciones Intermedias</b> 1° Mayo Cl 6 <sup>a</sup> Central Constitución	<b>Estación Intermedia</b> Calle 100		<b>Centro de Intercambio Modal</b> CIM Norte CIM Occidente CIM Sur
Implantación de paraderos tipo M10 130 a reubicar, 937 nuevos.	<b>Conexiones</b> NQS - Av. 9 <sup>a</sup> Av Caracas - Cr 7 <sup>a</sup> (por Cl 72) Av Américas - NQS NQS - Av Caracas (por Cl 6 <sup>a</sup> )	<b>Conexiones</b> Estación Molinos - Portal Usme I nuevo Portal Usme II Portal Norte - Term. Satélite El Cangrejal		
<b>Mejoramiento de la malla vial local</b> Ciudad Bolívar, Tunjuelito, Usme, San Cristobal, Bosa, Kennedy, Engativá	Obras de accesibilidad en la infraestructura de TM 23 puntos	Terminal Satélite Intermunicipal El Cangrejal		
	Ampliación de estaciones sencillas Adición de vagones	Obras de accesibilidad en la infraestructura TM 19 puntos		

Fuente: Diseño Técnico, Legal y Financiero del Sistema Integrado de Transporte Público para la ciudad de Bogotá D.C. – Diseño Técnico de Detalle (2008)

El diseño del SITP pretende contar con la flexibilidad técnica y operativa suficiente para responder a cambios en el comportamiento de la demanda y además responder a modificaciones en la oferta como las que pueden acelerar la entrada de ciertos corredores o incorporar otros modos. En este sentido, los escenarios 2017 y 2022 precisan de revisión y ajuste con base en los resultados específicos de los proyectos de Tren de Cercanías y Metro.

### 2.3.2 SITP ajustado – 2009

Estudios técnicos, financieros y jurídicos de soporte al Decreto Distrital 309 de 2009 para la implantación del SITP de Bogotá, elaborados en 2009 con la asistencia técnica de Logit-Logitrans.

La revisión de la estructuración del SITP parte del diseño conceptual de la consultoría de 2006-2008, confirmando el **modelo de operación por zonas** como el más apropiado para un óptimo funcionamiento del SITP que se debe implementar en la ciudad. Se opta por **reorganizar la ciudad en 13 zonas** – en vez de 8 – y una zona neutra (centro expandido), tramitando un **único proceso licitatorio** pero previendo gradualidad para la implementación de la operación.

Se precisa la **ventana de tiempo** de la tarifa integrada (tiempo que tiene un usuario desde que valida su pasaje por primera vez hasta que se acaba su posibilidad de hacer trasbordo integrado, considerando las características de longitud de viaje y velocidades de operación en la ciudad de Bogotá), fijándola a **75 minutos**, y se plantea una estructura tarifaria que permite la integración de los diferentes servicios a través del pago de **tarifas diferenciadas por tipo de ruta y pago de trasbordo** en función de la utilización de varios servicios para conectar el origen y destino de los usuarios.

Se mantiene la propuesta de un **sistema de recaudo unificado**, denominado SIRCI, el cual integra el recaudo, el control de flota, la información y servicio al usuario, la consolidación de la información y la conectividad.

La estructuración financiera contempla en una primera aproximación una duración de los contratos de concesión de 12 años y prevé un sistema de **remuneración basado en demanda paga y oferta de servicio** para cubrir los costos de operación y funcionamiento de los concesionarios de operación, respetando los esquemas de remuneración y el equilibrio económico de los contratos de concesión suscritos para las Fases 1 y 2 de TransMilenio hasta su culminación. Se propone destinar un **porcentaje de los ingresos del sistema para cubrir los costos del ente gestor y los del recaudo** (4% para el ente gestor y 7% para la concesión del SIRCI).

El equipo técnico de implementación del SITP mantiene el concepto de **jerarquía de rutas y corredores**. Partiendo de las 3 clases de rutas definidas de acuerdo con las características de su capacidad (rutas de alta, media y baja capacidad), se definen categorías de corredores en función de requerimientos operacionales (tipología vehicular, intensidad de demanda, medidas de prioridad de circulación del transporte público, sistema de cobro y tipo de operación de los servicios: expreso o parador). Cabe anotar que las adecuaciones físicas exigidas por los requerimientos operacionales no siempre son viables debido a factores como limitaciones financieras o restricciones de intervención. Por lo tanto, se contemplan **2 líneas de implementación del SITP diferentes**: una con inversión plena en infraestructura y la otra con la que constará en 2013 al acabar la fase 3 de TransMilenio.

El modelo funcional propuesto contempla las siguientes tipologías de rutas, excluyendo las rutas intermunicipales del alcance del SITP:

- Rutas **(pre)troncales** (las pretroncales se definen como rutas que se benefician de una priorización mediante carril exclusivo izquierdo sin sobrepaso), con cobro externo en las estaciones, conforman los ejes estructurantes del SITP. Atienden demanda altas y son operadas por buses (bi) articulados.
- Rutas **auxiliares** apoyan a rutas troncales en corredores de demandas medias, con cobro interno. Operan en tráfico mixto por vehículos de tipo padrón, busetón y buseta.
- Rutas **alimentadoras complementarias**, las cuales alimentan a las (pre)troncales en los portales, estaciones intermedias y estaciones intermedias, con cobro interno excepto para alimentadoras que entren en zona paga en los portales y estaciones intermedias. Operan en tráfico mixto por vehículos de tipo padrón y busetón.
- Rutas **alimentadoras especiales** (urbanas y rurales) atienden a áreas de difícil acceso o de muy baja demanda, con cobro interno o en sitios especiales. Operan en tráfico mixto por buses especiales o microbuses.

El diseño técnico-operacional propone una racionalización de las rutas existentes, un diseño operacional de las mismas, y una delegación de flota. Para la selección de la tipología vehicular se parte que para iniciar la operación se emplearán los mejores vehículos de la flota actual vinculada a la operación de rutas del TPC, intentando **asignar a los corredores un tipo estandarizado de vehículo**

según las características de sus rutas (función de la ruta, sistema en que va operar, demanda de usuarios).

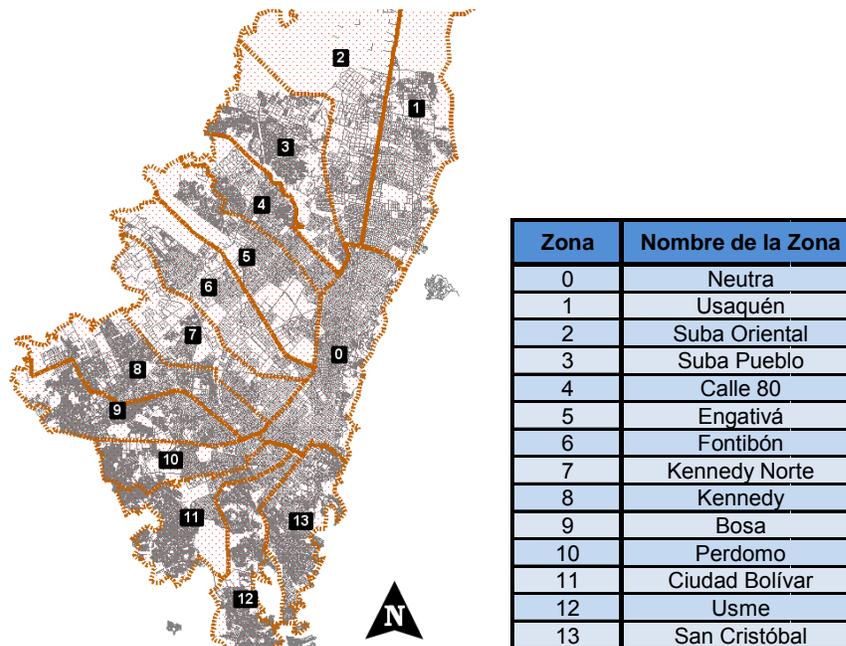
La **racionalización de rutas** tanto de recorridos como de cantidad de flota permite disminuir la sobreoferta de buses, gestionándose una **renovación importante en la flota del TPC** mediante la reposición de los vehículos que vayan cumpliendo su vida útil por unos nuevos con mayor capacidad y con mejores tecnologías de control de emisiones.

El diseño de las zonas para delegar la operación del sistema de transporte se asocia a una forma de distribuir el negocio, de modo que no altere aspectos territoriales y la estructura de rutas siga respondiendo a las necesidades de movilidad. La delimitación de las zonas operacionales pretende ser consistente con la estrategia de ordenamiento de la ciudad y respetar a las 3 estructuras básicas del POT: estructura ecológica principal, estructura funcional de servicios, estructura socio-económica y espacial. Por lo tanto, las áreas operacionales están definidas por límites naturales como ríos y cerros, por barreras físicas como corredores viales principales y líneas de ferrocarril.

Las zonas operacionales pueden estar asociadas al área de influencia de las rutas que circulan por los principales corredores radiales de captación de demanda, y pasar a conformar las cuencas de consolidación de los viajes hacia el centro y centro expandido de la ciudad, la cual es el área común donde converge el flujo principal de demanda de la ciudad.

El centro expandido, por ser compartido por todas zonas generadoras, no debe tener operador exclusivo y es una zona neutra en la cual operan todos delegatorios de la prestación de los servicios de las diferentes zonas. La propuesta de la consultoría de 2006-2008 de dividir la ciudad en 8 zonas operada por una empresa diferente y el centro expandido sin operador específico fue revisada, dividiendo la ciudad en 13 zonas y manteniendo una neutra (centro expandido), para **reducir el tamaño de los negocios** con el fin de agilizar el manejo logístico y operacional y facilitar la consecución de recursos y democratización de la operación a grupos de interés como son los actuales propietarios.

**Figura 2-7 Zonificación propuesta para el SITP**



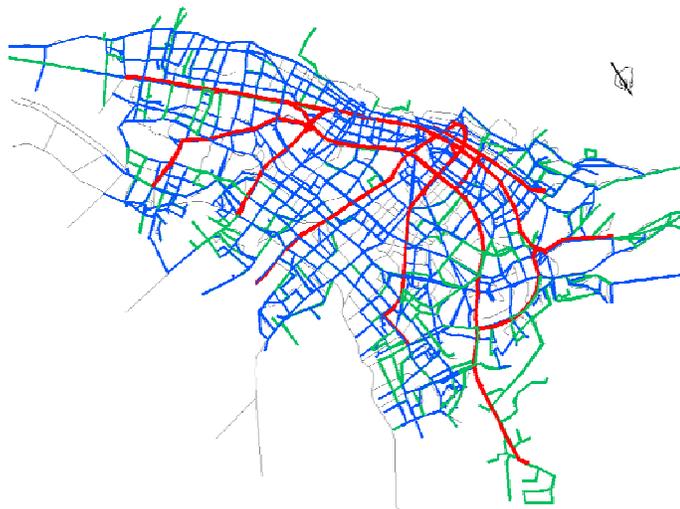
Fuente: Diseño técnico-operacional del SITP (septiembre de 2009)

La delegación de flota por zonas se determina en función de las zonas origen y destino de las rutas, **delegando la mitad de la flota necesaria por ruta a cada zona de extremidad**, excepto en el caso que una extremidad de la ruta se encuentre en la zona neutra del Centro Expandido (en tal caso, se delega la flota total a la empresa operando la zona de la otra extremidad). En promedio, cada zona será servida por alrededor de 850 buses.

La evaluación de la propuesta técnica para la operación de las zonas del SITP que actualmente se encuentra en proceso licitatorio, se basa en 4 escenarios temporales:

- 2011 correspondiendo al inicio de la integración en el SITP, a la extensión de la troncal NQS hasta el municipio de Soacha y al inicio de la operación de la Fase 3 del sistema TransMilenio (rutas troncales nuevas por los corredores Cr 10ª, CI 26 y CI 6, las cuales se conectan con las troncales actuales, y nuevas rutas alimentadoras que se integran en los nuevos portales y estaciones intermedias).  
Además de las nuevas troncales y alimentadoras, la estructuración de rutas prevé los siguientes ajustes:
  - ampliación de cobertura en sectores deficientes en transporte público colectivo (rutas complementarias para servir el norte de la ciudad y rutas especiales atendiendo zonas de difícil acceso en el sector urbano de la ciudad y en la zona rural de Ciudad Bolívar),
  - racionalización de las rutas del actual TPC (eliminación de rutas que circulan por los nuevos corredores troncales a implantar y modificación de rutas con recorridos redundantes, para mantener o mejorar la cobertura y la atención a las necesidades de viaje en los orígenes y destinos sin generar competencia con el sistema troncal y alimentador del SITP),
  - cubrimiento de sectores con deficiencia del servicio de alimentación del sistema TransMilenio (extensión de algunas rutas alimentadoras),
  - conexión troncal Usme – Tunal – NQS.

**Figura 2-8 Sistema de rutas para el escenario 2011 del SITP**

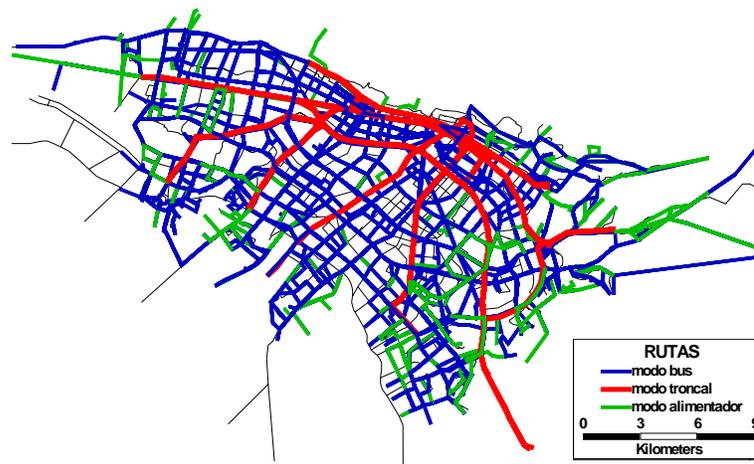


*Fuente: Diseño técnico-operacional del SITP (septiembre de 2009)*

- 2013 con la implantación de la troncal de la Carrera 7ª hasta la Calle 100 (con tratamiento pretroncal entre CI 72 y CI 100) y partiendo de la estructura de rutas del 2011 con los siguientes ajustes:
  - nuevas rutas troncales por el corredor de la Cr 7ª, las cuales se conectan con las troncales preexistentes,

- conexión troncal de la CI 72 entre Cr 7ª y Av Caracas (Cr 15),
- nuevas rutas alimentadoras en la zona de Usaquén que se integran en la estación intermedia de la CI 100,
- racionalización de las rutas remanentes del TPC en la zona de influencia de la troncal Cr 7ª para dar paso a la implementación de las nuevas troncales y alimentadoras de la Cr 7ª.

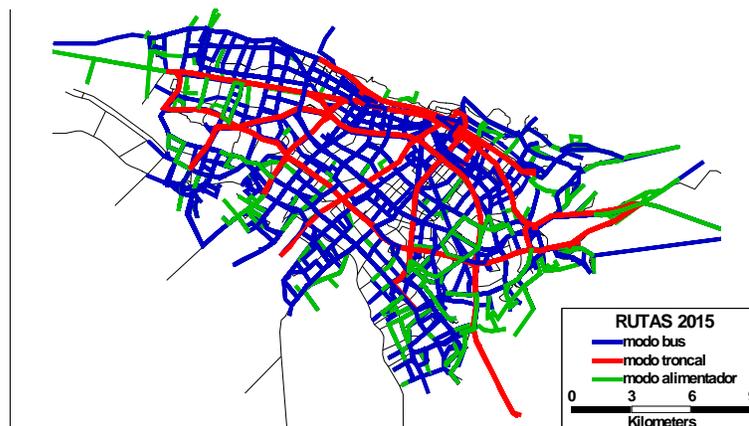
**Figura 2-9 Sistema de rutas para el escenario 2013 del SITP**



Fuente: Diseño técnico-operacional del SITP (septiembre de 2009)

- 2015 con la implementación del corredor troncal de la Av Boyacá del Portal Yomasa en la Av Caracas a la Autopista Norte (rutas troncales nuevas por el corredor Av Boyacá, las cuales se conectan con algunos portales existentes, e implementación de rutas alimentadoras sin integración física) y racionalización consiguiente de rutas de modo bus a partir del sistema de rutas del escenario 2013.

**Figura 2-10 Sistema de rutas para el escenario 2015 del SITP**

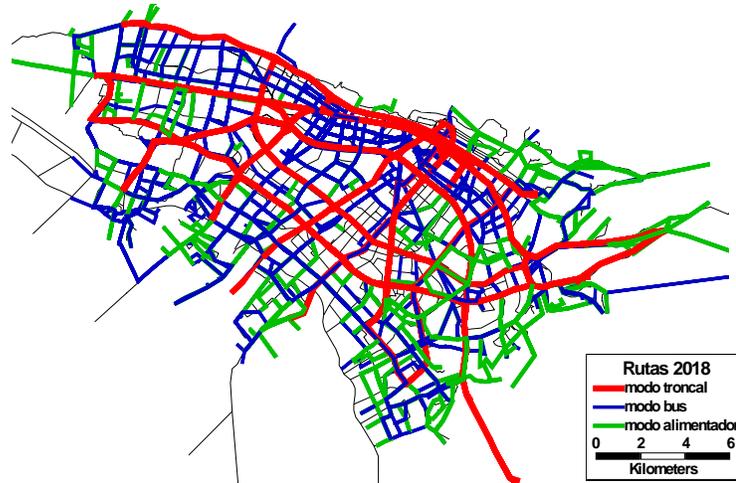


Fuente: Diseño técnico-operacional del SITP (septiembre de 2009)

- 2018 con la entrada en operación de las troncales Av 68 y CI 100, Av Centenario (CI 13), CI 19, Av 1º de Mayo y extensión de Cr 7ª hasta la CI 170 con los ajustes siguientes a la estructura de rutas del 2015:

- implementación de nuevas rutas troncales por los corredores troncales, las cuales se conectan con algunos portales existentes,
- implementación de rutas alimentadoras atendiendo la zona occidente de la CI 13 y la zona sur de la localidad de Bosa,
- racionalización de rutas de modo bus de la zona de influencia de las troncales a implementar.

**Figura 2-11 Sistema de rutas para el escenario 2018 del SITP**



Fuente: Diseño técnico-operacional del SITP (septiembre de 2009)

Las infraestructuras que se plantean implementar en cada escenario son las siguientes:

**Tabla 2-2 Obras de infraestructura consideradas para los diferentes escenarios (Estudio 2009)**

	2011	2013	2015	2018
<b>CORREDORES</b>	<p>Troncal Cr 10ª (del portal Oriente a la CI 33)</p> <p>Troncal CI 26 (del portal hasta la Cr 3 con CI 19)</p> <p>Troncal CI 6ª entre la Av NQS y Cr 10ª</p> <p>Extensión de la troncal NQS al municipio de Soacha</p>	<p>Troncal Cr 7ª (entre CI 34 y CI 100)</p> <p>Conexión troncal CI 72 (entre Cr 7 y Cr 15)</p>	<p>Troncal Av Boyacá (entre Av Caracas y Av San José)</p> <p>Conexión troncal CI 170 (entre Av Boyacá y Autopista Norte)</p> <p>Conexión troncal entre portal Usme y portal Yomasa</p>	<p>Troncal Av 68 y CI 100 (entre Cr 7ª y portal Tunal)</p> <p>Troncal Av 1º de Mayo (enter Av Ciudad de Cali y Cr 10)</p> <p>Troncal CI 13 (entre Cr 106 y Puente Aranda)</p> <p>Troncal CI 19 (entre Av Américas y Cr 3)</p> <p>Extensión de la troncal Cr 7º hasta CI 170</p> <p>Conexión troncal Av Américas (entre Puente Aranda y Transversal 38)</p>



	2011	2013	2015	2018
<b>ESTACIONES</b>	Portal Oriente (Cl 31 con Cr 3) Portal Cl 26 (altura de la Av Ciudad de Cali) Estación intermedia de la Cl 6 con Cr 10 Estación intermedia de Av 1° de Mayo con Cr 10	Estación intermedia de la Cl 100 con Cr 7ª	Portal de Yomasa	Portal Cl 170 Estación intermedia Av 1° de Mayo con Av Ciudad de Cali Estación intermedia Cl 13 con Cr 106

Fuente: Elaboración propia a partir del Diseño técnico-operacional del SITP, septiembre de 2009

En conclusión, una vez revisados los estudios anteriores se observa que tanto el PMM como el SITP, dejan abierta la posibilidad del desarrollo de infraestructuras como el Metro o como del Tren de Cercanías, y establecen la propuesta de una integración entre los diferentes modos.

El trazado de líneas de metro propuestas en la etapa 2 incorpora la interconexión de Metro con TransMilenio y el Tren de Cercanías, bajo el concepto de sistema funcional y operativamente integrado que contempla el SITP, partiendo del escenario SITP nombrado 2013 en el cual se ha encajado la estrategia para el desarrollo de la red de metro.

### 3 ENFOQUE METODOLÓGICO

#### 3.1 Planteamiento de la metodología de trabajo

La definición del Sistema Integrado de Transporte Público según el PMM, y reafirmada mediante el Decreto Distrital 309 de 2009, le caracteriza como un sistema que comprende las *“acciones para la articulación, vinculación y operación integrada de los diferentes modos de transporte público, las instituciones o entidades creadas para la planeación, la organización, el control del tráfico y el transporte público, así como la infraestructura requerida para la accesibilidad, circulación y el recaudo, control e información y servicio al usuario del sistema”*<sup>11</sup>.

La **metodología propuesta para el presente producto está encaminada a caracterizar el desempeño del sistema de transporte público en su conjunto y el nivel de integración entre sus distintos componentes**, partiendo de la premisa que la red de metro contemplada y su desarrollo gradual representa la más conveniente para Bogotá. Para lograr este objetivo se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Identificar los elementos para determinar el nivel de integración del mismo
- Establecer el conjunto de indicadores que permitan caracterizar el desempeño del sistema de transporte público.

Cabe señalar que algunos indicadores propuestos son parecidos a los establecidos en la metodología de comparación de todas alternativas de redes de metro propuestas (producto N° 14) y para la priorización de la Primera Línea de Metro (producto N° 17), cuyo objetivo es la determinación de la alternativa con los mayores beneficios y menores impactos negativos.

Para el presente producto, se contemplan los escenarios futuros establecidos en el producto N° 04 y la alternativa de líneas de metro elegida en los productos 16 y 17, tomando en cuenta una reorganización de las rutas auxiliares que circulan en los corredores atendidos por el metro y considerando rutas alimentadoras adicionales para el metro que vendrían a cubrir las necesidades de conexión de las zonas vecinas a las líneas que entren en operación hasta el 2028, manteniendo esas rutas adicionales en el escenario 2038 a efectos de facilitar el análisis de las variaciones entre horizontes pero considerando que la conectividad y cobertura de la red de metro propuesta a largo plazo haga inútil una alimentación mediante rutas dedicadas. En una primera aproximación, se propone eliminar las rutas auxiliares que solapan en más de 60% de su recorrido con un corredor metro, conforme a lo descrito en el producto N° 18. Sin embargo, el diseño operacional detallado de la reestructuración de rutas del SITP con motivo de la implantación de la Primera Línea de Metro se desarrollará en el producto N° 26 de la etapa 3 del estudio, tal y como se recoge en los TDR.

La valoración cuantitativa o cualitativa de los indicadores en el siguiente capítulo 4 permitirá conocer el nivel de desempeño del sistema con respecto a los criterios de integración. Por ende, esta actividad permitirá evaluar, para los distintos escenarios temporales, el cumplimiento del sistema para responder a las necesidades de movilidad y lograr una unidad funcional para los usuarios del transporte que les garantice el acceso al servicio en condiciones de óptima calidad, economía y eficiencia de conformidad con los objetivos formulados en el POT y el PMM así como con los objetivos específicos del SITP enunciados en el Decreto Distrital 309 de 2009 destinados a mejorar la calidad del servicio al usuario.

---

<sup>11</sup> Un sistema en términos de transporte se entiende como un conjunto estructurado de elementos y actores que se encuentran interrelacionados y articulados con el fin de obtener la calidad, seguridad, accesibilidad y adecuada prestación del servicio público de transporte.

## 3.2 Elementos a considerar para caracterizar la integración

Para caracterizar el nivel de integración del sistema, se propone hacer un análisis del cumplimiento de los requerimientos generales planteados a continuación. Se consideran, además de los aspectos técnico-operacionales, las solicitudes de los usuarios, empresas y colectividad en general. Este análisis se concretará contando con los atributos enunciados en el apartado 3.3 más adelante, los cuales serán valorados y presentados en el apartado 4.1 “Evaluación para cada escenario”.

Los aspectos que se describen a continuación corresponden **de modo general a los conceptos básicos y criterios que permiten valorar el nivel de integración de un sistema** y que deberán ser tenidos en cuenta al momento de desarrollar las estrategias de integración de la PLM en el SITP.

### 3.2.1 Integración física y territorial

#### Integración urbana

La ciudad es un sistema donde la distribución espacial de las actividades en el territorio rige la movilidad de bienes y personas. Un sistema integrado intenta capturar ese carácter sistémico de la ciudad y la complejización de la movilidad en un espacio urbano creciente.

La puesta en servicio de una infraestructura de transporte tiene impactos urbanísticos directos en el área de influencia de las paradas/estaciones. En efecto, se pueden generar cambios en los usos del suelo e impulsar procesos de densificación o desarrollo de nuevas áreas por efecto de la infraestructura de transporte. En este sentido, una infraestructura de transporte puede ser un **complemento perfecto para una regeneración urbana o un desarrollo urbano**, en particular cuando las actividades vinculadas a las estaciones estén coherentes o complementarias a los usos del suelo alrededor. Los efectos positivos indirectos que suelen observarse se relacionan al fomento del desarrollo económico, el aumento del valor de los bienes inmuebles a proximidad de las estaciones, o el favorecimiento de pautas más eficaces de uso del suelo.

Por otro lado, los sistemas de transporte público tienen la capacidad de proveer a la ciudad con nuevos nodos-hitos y lugares de referencia. La localización y diseño de estaciones en relación con puntos importantes de la ciudad o edificaciones emblemáticas, pueden convertirse en nuevos puntos de referencia que ayuden a la apropiación espacial de la ciudad y de su sistema de transporte.

Cabe destacar el papel particular del metro como elemento integrador del sistema de transporte y de la ciudad. Según la posición oficial de la UITP (Unión Internacional de Transportes Públicos), «el metro no se limita a desempeñar la función de una infraestructura de transporte, sino que se ha convertido en una obra urbana estructurada del entorno sobre la cual se desarrolla la política de movilidad así como un factor esencial para una mayor calidad de vida. El metro actúa estructurando la ciudad, como la columna vertebral a la cual prosperan las zonas de vivienda así como las actividades económicas y socioculturales, y hacia la cual converge el resto de medios de transporte. En este sentido, **el metro desempeña la función de líder de la integración de las políticas de transporte, urbanismo y ciudad**. La contribución del metro a una mayor integración pasa igualmente por la creación de estaciones de correspondencia que sean verdaderos centros neurálgicos, agradables y seguros, integrados en la ciudad, que ofrezcan actividades sociales, comerciales y culturales que permitan al viajero aprovechar las esperas y despierten la curiosidad del ciudadano. La construcción de un metro subterráneo y la reorganización de las redes de transporte posibilitan ganar un espacio en la superficie que debe ser aprovechado para instalaciones urbanas que mejoren la calidad de vida en la ciudad. Con el paso del tiempo, el metro hace que las ciudades vayan encontrando su forma y mantengan su atractivo para el mundo de los negocios.»

#### Inclusión social

El transporte público es un servicio que desplaza a ciudadanos de muy diferentes características sociales de un lugar a otro, con una incidencia fundamental sobre el funcionamiento de la ciudad. La posibilidad de acceder – desde el punto de vista espacial – a un puesto de trabajo, un lugar de

formación, unas instalaciones sanitarias y otro tipo de servicios es un aspecto clave de la inclusión social. La accesibilidad territorial es importante no sólo por su papel para por ejemplo facilitar la obtención de un empleo que genera ingreso regular y estable, sino también como parte del capital social que mantiene las relaciones sociales que forman la red de seguridad de la gente pobre en muchas comunidades. El transporte público tiene un papel importante en la sociedad por los ahorros de costos que genera y el cubrimiento de las necesidades de movilidad básicas (por ejemplo, para las personas que no conducen o no disponen de un coche). Para que el transporte público cumpla con la función de integración social como al desarrollo económico de la población más necesitada, **ha de conectar los barrios más pobres con las zonas en las que se concentra la oferta de empleo**. En el caso de Bogotá, el sistema de transporte público debe atender a las necesidades de movilidad de la población con el nivel de renta más bajo (estratos 1, 2 y 3).

La equidad social también se relaciona con la atención a las personas con movilidad reducida, la cual se mejora diseñando infraestructuras y material rodante accesibles y consiguiendo la disminución del número de transbordos necesarios para llegar de un punto de la ciudad a otro mediante el sistema de transporte público.

### **Integración física**

La inserción de los sistemas de transporte en el espacio urbano está condicionada por el uso, que suele ser intensivo y complejo, del espacio público, sea para la circulación o las paradas del transporte público. En este sentido, las redes de transporte público se desagregan en 2 grandes componentes: las **infraestructuras** y rutas que se estructuran sobre ellas, y los **puntos de acceso** (paraderos, estaciones...).

En el caso de transporte público en superficie, la red vial representa el elemento físico sobre el que se presta el servicio de transporte con autobús (incluyendo BRT). El sistema vial consta de la infraestructura (tipo y estado de superficie, características geométricas y topográficas) y del tratamiento operacional (medidas específicas como puedan ser la ubicación de paraderos, la prohibición del parqueo irregular, la optimización de semáforos, la restricción de giros a derecha o izquierda, la limitación de tráfico en horas punta, la instalación de peajes...). La puesta en funcionamiento de medidas de priorización del transporte público está relacionada con el manejo del tráfico, de forma que se requiere un control eficiente que permita generar sanciones. Además es necesario contar con campañas educativas para concientizar los ciudadanos.

Por su parte, un trazado ferroviario segregado (subterráneo o elevado) no está sujeto al sistema vial, aunque esta afirmación deba revisarse en función de las técnicas constructivas seleccionadas. La fase de construcción requiere una atención particular para que no se afecte demasiado la operación de los demás componentes. En este sentido, hay que prestar una especial consideración a no afectar las instalaciones que han necesitado importantes inversiones como los corredores troncales ya construidos de TransMilenio. Una vez en servicio, los servicios ferroviarios pueden operarse independiente de las condiciones viales de tráfico mientras la coordinación vial sigue importante para alimentar y distribuir los viajeros en los puntos de acceso/egreso. Además, la inserción subterránea permite eliminar las barreras físicas que se presentan con los sistemas de buses BRT, permitiendo la integración urbana de barrios y sectores y logrando la continuidad espacial para la fauna, natura y actividad humana.

Sin embargo, el aspecto fundamental para articular los modos subterráneos (o elevados) con los de superficie es el tratamiento de tipo puntual, alrededor de las estaciones y puntos de integración. Este aspecto se desarrolla en el apartado “Conectividad, intermodalidad” más adelante. Cabe señalar que la definición de la integración física en el sentido del Decreto 309 de 2009 (“Articulación a través de una infraestructura común o con accesos”) también se contempla en ese mismo apartado clasificado como elemento de la integración funcional.

Las paradas del transporte público urbano son el punto de contacto habitual entre el servicio y el cliente del transporte, y por tanto tienen una gran importancia para la percepción que el usuario tiene del transporte público, en términos de comodidad, accesibilidad, limpieza, información, protección

climatológica y diseño adecuado. La adecuada inserción de las paradas en el entorno urbano, contando con la señalización apropiada y una buena accesibilidad peatonal hasta la parada, las convierte como rótula o transición entre el desplazamiento a pie y el desplazamiento mecanizado. El movimiento de personas en los entornos de las paradas supone un gran impulso para el área o barrio en cuestión. Al margen de su importante función como nodos de transporte, los puntos de acceso son centros de actividad de la ciudad y son elementos arquitectónicos que deben estar integrados y cuyo diseño debe facilitar su uso.

Por lo anterior, la integración física de un sistema de movilidad integrado en el espacio urbano requiere:

- Una **articulación fuerte entre la infraestructura vial y el manejo del servicio** que se establece sobre los corredores viales para lograr una adecuada convivencia entre los componentes en superficie, contemplando los modos de transporte público en superficie así como el tráfico general y no motorizado.
- Una **articulación fuerte entre el servicio de transporte y el entorno directo** en los puntos de acceso principales, en particular mediante el manejo de la relación de entradas/salidas con los flujos peatonales. La introducción de un nuevo sistema como el metro permite generar y/o recuperar el espacio público. La recuperación puede darse en los espacios de congregación como plazas o el espacio público de la red de movilidad. Con mayor actividad peatonal y menor vehicular se pueden delimitar zonas exclusivas de tráfico peatonal, zonas para el desarrollo de ciclovías y nuevas plazas o zonas verdes con separadores.

### **Integración territorial**

La coherencia entre la planificación del sistema de transporte y el ordenamiento territorial permite apoyar al modelo de ciudades compactas considerado en el POT. Esa integración se da mediante la conexión de la ciudad con la región a través de la articulación entre sistemas de transporte urbanos e interurbanos. La integración territorial también se relaciona con el impacto positivo que puede tener la localización de estaciones de intercambio del metro y el resto de los sistemas del SITP y su relación con las centralidades que la ciudad busca promover.

### **3.2.2 Integración funcional**

#### **Modelo conceptual del sistema**

Para atender a las diferentes necesidades de movilidad, un sistema de transporte público debería descomponerse conceptualmente en **elementos jerarquizados y complementarios**:

- Subsistemas masivos rígidos (generalmente ferroviarios) para transportar rápidamente un número importante de viajeros sobre largas distancias;
- Subsistemas troncales más flexibles cumpliendo también la función de transporte masivo<sup>12</sup>;
- Subsistemas alimentadores para captar/distribuir la demanda en las zonas de alimentación de los sistemas masivos anteriores;

---

<sup>12</sup> Según la legislación colombiana, el transporte masivo de pasajeros se define como aquel servicio que se presta a través de una combinación organizada de infraestructura y equipos, en un sistema que cubre un alto volumen de pasajeros y da respuesta a un porcentaje significativo de necesidades de movilización (artículo 3 del Decreto Nacional 3109 de 1997).

- Subsistemas locales para ampliar la cobertura espacial del transporte público, estimular los viajes cortos, y asegurar un servicio más capilar y más flexible que ajuste más fácilmente sus características operacionales a los requerimientos de demanda.

Cada uno de los componentes de esa arquitectura funcional debe existir por sí mismo, con **perfecta autonomía funcional pero con clara interdependencia operacional respecto al resto**.

La jerarquización permite organizar rutas y servicios en categorías de acuerdo con sus características (criterios de funcionalidad, niveles de demanda y características físicas de las infraestructuras), con el objeto de facilitar la legibilidad del sistema y permitir la definición sistemática y estandarizada de acciones encaminadas a mejorar las características operacionales de determinada categoría (tipología vehicular, intensidad de demanda / intervalos de paso, sistema de cobro, tipo de operación, etc.).

Una clasificación habitual de los distintos modos de transporte se recoge en el siguiente cuadro presentado en la Tabla 3-1.

**Tabla 3-1 Cuadro resumen de las principales características de distintos modos de transporte**

Tipo de tráfico	Autobús	Tranvía Metro Ligero	Metro Convencional	Cercanías
Longitud habitual del coche (m)	8-12 Articulados 18 Bi-articulado 24,5	14-30	15-30	75-80
Número de coches por unidad	1	1-3	2-10	2-10
Plazas por unidad	75-105 Articulados 120 Di articulados 160	350 (2 coches)	730 (4 coches)	1.500 (4 coches)
Tracción distribuida	No	Sí	Sí	Sí
Toma de corriente	-	Aérea*	Aérea/Tercer carril	Aérea
Velocidad comercial	10-20	15-25	25-40	35-50
Control del vehículo	Manual	Manual/ATP	ATP/ATO	ATP/ATO
Conducción automática	No	No	Sí	Sí en caso de líneas exclusivas
Mínimo intervalo	60	60	60	60
Capacidad máxima (60")	4.500-6.300 Articulados 7.200 Bi-articulados 9.600	21.000 (2 coches)	43.800 (4 coches)	90.000 (4 coches)
Distancia entre estaciones (m)	150-300	300-600	1.000-2.000	2.000-4.000
Control de títulos	En el vehículo	En el vehículo o en parada	En estación	En estación
Regularidad	Media-Baja (salvo que cuenta con plataforma reservada)	Media-Alta (mayor cuanto mayor sea el grado de segregación de la plataforma)	Muy alta	Muy alta
Accesibilidad	Parada a nivel Excepcionalmente subterránea	Parada a nivel Excepcionalmente subterránea	Estación subterránea	Estación a nivel o subterránea
Integración urbanística	Inmediata	Fácil	Independiente, ya que es en subterráneo	Difícil en superficie
Reducción del número de coches en la calzada	No directamente (salvo que se implante plataforma reservada)	Sí, opcionalmente (si se implanta la plataforma reservada)	No directamente	No directamente

ATP: Automatic Train Protection

ATO: Automatic Train Operation.

\* En Burdeos funciona un sistema con toma directa de la plataforma.

Fuente: Manual de tranvías, metros ligeros y plataformas reservadas / CRTM (2006)

La situación del contexto de Bogotá con base a esa clasificación no es inmediata. En el cuadro anterior, no aparece el modo BRT (Bus Rapid Transit), el cual se sitúa entre el autobús y el tranvía según se contempla su tecnología vehicular o la infraestructura sobre la que transitan las rutas. En el caso de Bogotá, las rutas troncales del sistema TransMilenio son rutas de alta capacidad tipo BRT en las que se prioriza la función transporte masivo. Esas rutas recorren corredores viales con tratamiento segregado y son operadas con vehículos articulados o bi-articulados atendiendo estaciones compuestas por varios puntos de parada (“vagones”).

Los servicios troncales se dividen en dos tipos: corrientes que se detienen en todas las estaciones y expresos que solo paran en algunas, por lo que es imprescindible la adecuación de vías con carril de sobrepaso en estaciones. Ese tipo de operación permite alcanzar capacidades muy altas. Por otro lado, es importante anotar que las capacidades indicadas en la Tabla 3-1 (plazas por unidad y por ende capacidad máxima) son calculadas con un nivel de servicio correspondiente a 4 viajeros de pie / m<sup>2</sup>, mientras el nivel de servicio comúnmente empleado en Bogotá para el cálculo de la capacidad nominal es de 6 viajeros de pie / m<sup>2</sup>.

Una particularidad del sistema tronco-alimentado existente en Bogotá con el caso del sistema TransMilenio, consiste en repartir las funciones de captación / distribución y las de transporte masivo en un dúo donde las rutas alimentadoras no tienen razón de ser propia, siendo atadas a la troncal hacia la que convergen, con la única misión de facilitar la movilización hacia la infraestructura troncal. En efecto, la funcionalidad y tarificación de las rutas alimentadoras teóricamente no permiten al usuario de tomarlas solamente para viajes cortos internos a las zonas de alimentación. Además de una clasificación funcional de las rutas típica de un sistema jerarquizado, la exclusividad de un tipo de rutas sobre corredores resulta en una segregación física que también es geográfica. Sin embargo, ese modelo conceptual particular está adaptado a la configuración urbanística de la ciudad en la cual las zonas generadoras y las de destino de los viajes están bien diferenciadas, los barrios periféricos correspondiendo a áreas residenciales y los sectores centrales concentrando las principales actividades atractoras de la movilidad (comercio, servicios, empleo...), con poca demanda interna a las cuencas de alimentación de TransMilenio.

El modelo “puerta a puerta” como el que existe hoy en Bogotá en el caso del TPC convencional no corresponde a un sistema jerarquizado y no debería mantenerse porque genera:

- Redes extensas
- Creciente exceso de kilometraje incorporado a cada ruta
- Mayor flota, mayor inversión, mayores costos operacionales
- Mayores tiempos de viaje
- Mayores externalidades negativas y menor calidad de vida

Sin embargo, al cambiar un sistema de rutas directas por uno jerarquizado se generan incomodidades para el usuario originadas fundamentalmente en los transbordos y tiempos de espera en los paraderos. De allí la importancia al cambio cultural, además del cambio estructural.

### **Cobertura y accesibilidad**

Los usuarios deben encontrar la posibilidad de llegar desde cualquier punto de origen a cualquier punto de destino a través del sistema de rutas de transporte público, a pesar que no tengan el mismo origen y destino. Sin embargo, los patrones de viaje deben tener una concentración suficiente de pasajeros que justifique la implantación o modificación de rutas.

El concepto de accesibilidad se asocia a la oportunidad que un individuo, situado en una determinada localización espacial, tiene para tomar parte en una actividad particular situada en otro punto de la ciudad. En este sentido, la accesibilidad permite determinar la posibilidad de acceso de la población a la zona metropolitana, nuevos desarrollos urbanos, etc. El concepto está intrínsecamente vinculado a las posibilidades de enlaces, y por lo tanto a la conectividad de la red. El incremento en los abordajes al sistema no siempre significa una pérdida de accesibilidad sino puede corresponder a una ampliación de cobertura que permite que el transporte llegue a más población, permitiendo que muchos viajes que tradicionalmente se hacían a pie por necesidad se hagan en rutas cortas.

Por otro lado, la distancia que se presenta entre puntos de parada determina la cobertura del sistema, la cual se puede definir<sup>13</sup> como la superficie o cuenca que se encuentra a menos de 10 minutos de distancia recorrida a pie para llegar a una estación o paradero. La cobertura, definida como el área servida por el transporte público, depende también de la extensión misma de la red y del medio de transporte a utilizar (los usuarios están dispuestos a recorrer a pie distancias más largas para llegar a un modo masivo). Una mayor distancia entre puntos de parada ocasiona mayores tiempos de caminata al usuario pero aumenta la velocidad de operación con la consiguiente mejora en la eficiencia operacional.

### **Conectividad, intermodalidad**

En ciudades grandes dotadas de una estructura jerarquizada del sistema de transporte – según el modelo conceptual que se propone para el caso de Bogotá –, las relaciones directas con un solo modo de transporte son escasas y los intercambios tienen una importancia crucial para que los viajeros lleguen rápidamente a su destino sin pasar por encima de muchas barreras. La integración del sistema de transporte público requiere una **articulación fuerte entre los distintos modos de transporte en los puntos de acceso principales**, cuando el nivel de transferencias lo amerite, para facilitar y agilizar el transbordo e intercambio. Las correspondencias (nudos de confluencia de distintos transportes) tienen que mostrarse atractivas y seguras, con objetivos principales el ahorro del tiempo de viaje, la mejora de las condiciones de espera y el intercambio entre distintos modos de transporte. La intermodalidad es fundamental por motivos de complementariedad en el caso de una explotación desagregada pero también sirve para mejorar la oferta de alternativas al usuario para su movilidad.

La función primordial de los intercambiadores es de ser un “facilitador” de la movilidad. Los problemas que normalmente se encuentran en el punto de ruptura de un viaje son:

- Necesidad de desplazamientos en horizontal y/o vertical para enlazar los distintos modos.
- Necesidad de disponer de distintos títulos de transporte, en los casos en que no exista una tarificación integrada.
- Falta de visibilidad e información, tanto geográfica, en cuanto a la localización del modo de transporte con el que hay conectar, como del servicio ofrecido por este.
- Falta de zonas de espera del siguiente modo que ofrezcan suficiente confort, en especial protección climática y comodidad.
- Falta de otros servicios complementarios: aparcamiento, locales comerciales, etc.

Estos pueden ser fácilmente resueltos en un buen intercambiador:

- En cuanto a los desplazamientos necesarios, hay que conseguir la menor distancia entre los andenes o dársenas de los diferentes modos de transportes, tanto en planta como en alzado. Existen distintas soluciones: mediante andenes centrales que tienen a uno y otro lado las líneas entre las que intercambian con mayor frecuencia los usuarios del intercambiador, mediante estaciones de autobuses subterráneas (con túneles de conexión exclusivos para autobuses que permiten ahorrar tiempo a los usuarios y costos a los operadores), en cualquier caso hay que dotar de medios mecánicos para facilitar la conexión (ascensores, escaleras, rampas o tapices rodantes). Los desplazamientos deben realizarse en condiciones de seguridad y comodidad, en este sentido la peatonalización de vías para los enlaces indirectos puede ser una solución adecuada.
- En cuanto a la disparidad de títulos de transporte, los billetes multimodales para usuarios recurrentes y mejor aún los títulos como abonos de transporte multiviajes utilizables en

---

<sup>13</sup> Molinero Molinero Angel, Sánchez Arellano Luis Ignacio, Transporte Público, 1996 citado en el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte – Tomo IV (2005)

todos los modos correspondientes pueden solucionar este problema. Para los usuarios esporádicos, se requiere un número suficiente de taquillas y máquinas automáticas para evitar colas y demoras.

- Con relación a la falta de información, hay que dotar al intercambiador de un buen sistema informativo, mediante una señalización adecuada, con códigos de colores que faciliten la orientación de los diferentes flujos y puntos de confirmación que aseguren que se está realizando el recorrido correcto hacia el objetivo deseado: nivel, andén, dársena, taquilla, consigna de equipajes, oficina de información, etc. En este sentido es de gran interés ofrecer una señalización dinámica, actualmente las nuevas tecnologías han hecho totalmente posible facilitar información al viajero en tiempo real, tanto en los vehículos como en las estaciones y puntos de intercambio.
- En cuanto a la comodidad de los puntos de espera, hay que dotar al intercambiador con zonas de espera agradables, protegidas de las inclemencias del tiempo, dotadas con cómodas butacas, buena iluminación. No hay que olvidar que la sensación es mucho más grata cuando existen lucernarios de luz natural, tiendas, cafetería, etc.,..., que hacen la espera más atractiva y permiten aprovechar el tiempo hasta la llegada del modo de transporte leyendo, escuchando música o realizando compras.
- Finalmente, la falta de servicios complementarios se resuelve fácilmente planificando espacios comerciales o de servicios, donde puedan prestarse servicios complementarios como servicios especiales de taxis, aparcamientos de automóviles y bicicletas, cafetería, pequeñas compras y servicios, reparaciones elementales, fotocopias, estaciones de policía, servicios de salud (puestos de vacunación), de información (información turística) o de comercio (vendedores ambulantes), etc. Se ha demostrado que son de gran utilidad tanto para viajeros habituales, al permitir ahorros importantes de tiempo cuando la entrega y recogida se hacen aprovechando que se va de paso en el viaje de ida y luego se recibe en el de vuelta sin tener que realizar dos desplazamientos independientes por cada operación realizada fuera del intercambiador. Siendo de gran interés también para viajeros ocasionales. En este sentido, cabe resaltar la importancia de la buena conexión del sistema de transporte público con el aeropuerto y una red de hoteles y servicios turísticos.

### Integración tarifaria

La integración tarifaria, mediante la implantación de un **sistema de tarificación común a todos los transportes públicos y operadores**, contribuye a la intermodalidad, simplificando el sistema y dando mayor entendimiento del sistema y comodidad al usuario. Además, cuando la integración tarifaria está vinculada a la utilización de títulos de transporte soportados en medios de pago personalizados precargados, se puede observar una serie de ventajas para el sistema de transporte público<sup>14</sup>: aplicación de discriminación tarifaria de tercer grado (precios distintos por grupo de usuarios, por ejemplo tarifas especiales para facilitar el acceso al transporte público a los ciudadanos con menor poder adquisitivo), menores costos de gestión ya que los usuarios utilizan en menor medida las taquillas y máquinas, pago por adelantado de todos los viajes que se realizan mediante ese título. En ese sentido, la creación de abonos temporales, con viajes “ilimitados” a lo largo del período de validez, promueve la fidelización de los usuarios, la cual permite contribuir a cambiar tendencias y a consolidar viajes en el uso del transporte público. El abono fomenta el uso del transporte público y proporciona una mayor subvención a los usuarios más habituales frente a los menos, pues cuantos más viajes se realizan durante su período de validez, menor es el precio medio por viaje.

---

<sup>14</sup> Wilson, 1992

Para el caso de Bogotá, según los criterios establecidos por el PMM, las tarifas deben corresponder a la calidad del servicio, técnicamente estructuradas, socialmente equitativa y reflejando la variación de costos del sistema. Las definiciones siguientes se recogen del Decreto 309 de 2009:

- La tarifa al usuario representa el cobro efectivo que se realiza al usuario por la utilización del servicio de transporte
- La tarifa técnica indica el costo medio de operación y control por pasajero pago del sistema, dado un diseño operacional que busca satisfacer las necesidades de movilidad de los usuarios del transporte público bajo condiciones de eficiencia y estándares de calidad del servicio.
- La integración tarifaria corresponde a la definición y adopción de un esquema tarifario que permita a los usuarios la utilización de uno o más servicios de transporte.
- La integración del medio de pago atañe a la utilización de un único medio de pago que permite al usuario el pago del pasaje para su acceso y utilización de los servicios del sistema.

Para el desarrollo de una política tarifaria hay que considerar la definición de áreas, el modelo urbano-territorial a apoyar, los títulos a contemplar, los modos a integrar, la tecnología a elegir, la capacidad de pago, los costos y su financiación.

### **Información al usuario**

En situación normal como perturbada, el sistema de información al usuario se constituye en un elemento importante de la oferta de transporte. La información a los viajeros ha de ser **dinámica, global y transparente desde cualquier punto (antes y durante el viaje)**, lo que redundará en un transporte público más accesible y atractivo, en particular para los usuarios ocasionales o en dificultades.

Se encuentran dos tipos de información al usuario:

- Para el recaudo: información sobre tarifas y sobre transacciones de venta o consulta de saldo
- Para el transporte:
  - Información previa al viaje: rutas, itinerarios, horarios, correspondencias, etc.
  - Información en ruta: situación en tiempo real, nombre de la próxima parada, tiempos de demora, perturbaciones, etc.

**El sistema de información al usuario en el contexto de un sistema integrado ha de ser multimodal**, aunque las tecnologías y fuentes puedan ser diferentes para cada modo (infraestructura vial o ferroviaria). La información ayuda al usuario a seleccionar sus modos de viaje, rutas y hora de partida en función del contexto del tráfico y del estado general del transporte público. Además, otro tipo de información puede atañer a servicios y atracciones alrededor de los puntos de acceso al transporte (estacionamientos, servicios urbanos,...).

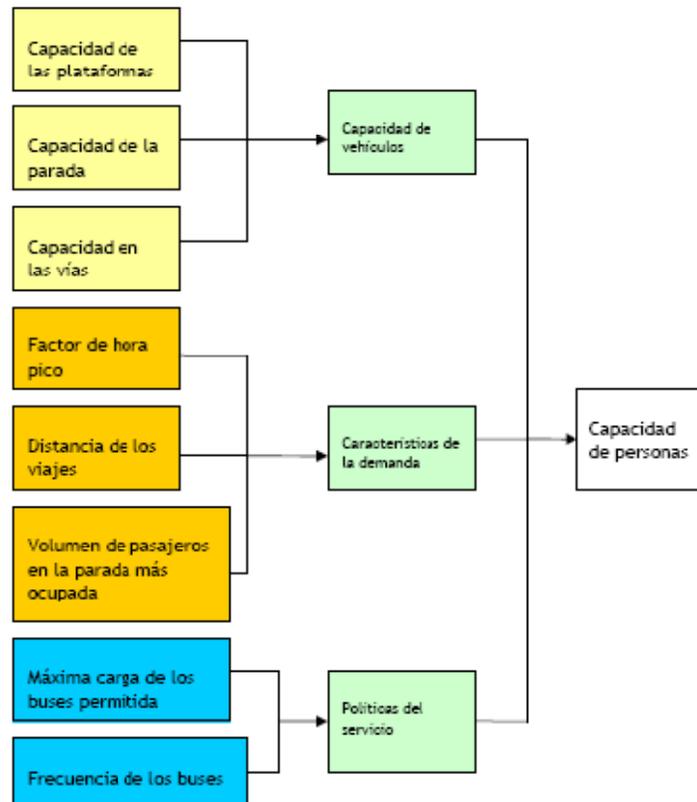
Por otra parte, se debe brindar atención al usuario a través de una red especializada encargada del sistema de **atención de reclamos** del usuario. El cambio de esquema de prestación del servicio público de transporte de pasajeros cambia también la percepción del usuario, por tanto es necesaria la interacción con el usuario, no solo mediante información sobre el servicio, sino con el objetivo de recepcionar inquietudes, quejas, reclamos (logrando una forma de colaboración con la ciudadanía en la vigilancia del servicio y para medir niveles de servicio directos o indirectos).

### 3.2.3 Integración operacional

#### Oferta de servicios, ajuste y flexibilidad

La oferta de servicios contempla la complementariedad entre modos. No debería existir competencia entre empresas en cuanto a las rutas, aún menos entre subsistemas. Los subsistemas de menor capacidad deben cubrir las áreas y pares origen-destino de viajes no cubiertas por los sistemas masivos. Por lo anterior, las distancias medias entre paradas y la tipología vehicular son diferentes en función del modo considerado. Una condición para operar el sistema consiste en prestar un servicio suficiente con un número adecuado de vehículos de acuerdo con la intensidad de demanda que se presenta sobre cada ruta. La capacidad viene condicionada por los intervalos de paso definidos por la política del servicio, los cuales son diseñados para minimizar los costos operacionales, pero tienen una influencia directa en los tiempos de espera y por lo tanto con los niveles de servicios ofrecidos al usuario.

**Figura 3-1 Factores para determinar la capacidad de un sistema**



Fuente: Estudio determinación de la capacidad del sistema TransMilenio (2007) [a partir de TCRP 100]

El tiempo de desplazamiento efectivo depende de la localización de los orígenes y destinos de los viajes pero también de las velocidades logradas por los vehículos. A su vez, esas velocidades comerciales dependen de las interferencias del tránsito, del estado de la superficie de rodadura y la sección transversal, así como de la distancia entre paraderos y tiempos de ascenso / descenso. Las velocidades comerciales se encuentran directamente relacionadas con el desempeño de la flota y la eficiencia del sistema.

No obstante las particulares operacionales de los distintos modos, esos últimos deben presentar una interdependencia operacional, sea por una coordinación horaria de los servicios para facilitar los

transbordos, o por facilitar el traslado de demanda en caso de operación degradada (bloqueo local de servicios por cualquier motivo, o en caso de interrupción de servicios). En este sentido, se busca una cierta flexibilidad en el sistema, contando con la posibilidad de retornos operacionales para establecer servicios parciales y con la posibilidad de modificar itinerarios para cambios temporales de rutas... La flexibilidad permite ajustar la oferta, tanto para los casos de operación degradada como para atender variaciones temporales o de largo plazo en las necesidades de demanda.

### **Gestión y control de operación**

La función principal de la gestión y control de flota es garantizar el cumplimiento y la calidad de los servicios de transporte, mediante:

- La programación de los servicios de acuerdo con el flujo de pasajeros previsto para cada día y el horario establecido (los tipos de horarios dependen del día: laborable, sábado, domingo y festivo, y del período anual: vacaciones, navidad, resto del año).
- La operación de rutas con el procesamiento de la información operacional proveniente de los vehículos para monitorear la ejecución del servicio que se está prestando (localización de vehículos, cumplimiento de horarios e intervalos, supervisión de detenciones, velocidad, apertura de puertas, incidencias, cumplimiento de ruta...)

Es necesario un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar la disponibilidad de instalaciones y material móvil con el fin de asegurar las condiciones de seguridad, regularidad, velocidad y confort.

Un centro de control permite, en tiempo real y/o remotamente, desarrollar la gestión de todo el proceso operacional de la flota del sistema: planificación de la programación de rutas, administración de flota y recursos de personal de operación, y optimización de los costos operacionales. Los informes de gestión operacional (distancia recorrida, conteo de pasajeros si hay equipos disponibles,...) permiten conocer el desempeño de la flota y servir como apoyo a la toma de decisiones.

Una gestión centralizada permite dar respuesta a los problemas de explotación diarios. Sin embargo, por razones de costo y operatividad, no es deseable administrar la totalidad de las redes desde un solo centro de control. La limitación de la capacidad física de los centros de control así como la complejidad de gestión de un número alto de operadores impiden una explotación centralizada de todas rutas y todos modos. Las rutas de menor importancia, sobre cuales incidentes de explotación tienen impactos menos importantes, pueden ser administradas a través de centros de control de menor jerarquía.

**El seguimiento efectivo de los niveles de servicio debe abarcar el conjunto del sistema.** Es preferible separar la actividad de control (único y centralizado) de la de explotación del transporte, siendo ésta asumida por zona geográfica y tipo de modo de **manera descentralizada pero coordinada**. La coordinación es imprescindible para conseguir una explotación coherente (adopción de los mismos principios para rutas de la misma tipología) y atender las contingencias que se presenten en la operación, lo cual requiere una **autoridad de operación única** coordinada con la red de emergencias de la ciudad y la policía metropolitana.

La integración operacional queda definida en el Decreto 309 de 2009 como la articulación de la programación y el control de la operación del transporte público de pasajeros mediante la determinación centralizada, técnica, coordinada y complementaria de servicios a ser operados por vehículos vinculados al SITP, mediante el establecimiento de horarios, recorridos, frecuencias de despacho e interconexión de la operación, facilitando la transferencia de pasajeros para cumplir las expectativas y necesidades de transporte de la demanda, según su origen y destino.

### 3.2.4 Integración organizacional

#### Modelo institucional

La organización del transporte público refleja las singularidades nacionales, que son el resultado de un contexto histórico, el marco institucional existente y las costumbres locales. El nivel estratégico está relacionado con las decisiones políticas, la definición global de la red y los objetivos generales de la política de transporte público (competencia de las autoridades de transporte). El nivel táctico establece las políticas concretas, definiendo la oferta y las tarifas de acuerdo a los objetivos generales fijados. El nivel operativo consiste en conseguir la correcta operación de la red y el control de los costos. Las responsabilidades del nivel estratégico y táctico recaigan sobre las autoridades de transporte, delegando el nivel operativo a los operadores.

El modelo institucional se entiende cómo la determinación y coordinación de las competencias a nivel administrativo (de acuerdo a diferentes niveles de descentralización o diferentes competencias geográficas), con el objeto de crear un contexto institucional apropiado que **garantice la dimensión social del servicio público de transporte**, en condiciones de seguridad y calidad para el usuario.

En este sentido es importante anotar que, teniendo en cuenta el flujo de viajeros que transporta, el metro es un lugar donde la seguridad es un aspecto prioritario. En términos de seguridad pública y garantías, la estrecha colaboración de los operadores con los poderes públicos y la policía permite luchar contra la delincuencia, las agresiones o el riesgo de atentados. La seguridad en el metro atañe a todas las partes implicadas y las medidas preventivas o de lucha contra la inseguridad deben definirse y aplicarse concertadamente.

Los mecanismos de coordinación entre distintas autoridades, a nivel nacional, departamental, distrital y municipal, son más sencillos de implementar en el marco de contratos, los cuales crean una plataforma común entre la(s) autoridad(es) organizadora(s) y el operador para comunicar, entender y aceptar los objetivos generales de sus socios contractuales. Sin embargo el modelo desarrollado en el producto 24 de la presente consultoría analiza dichos mecanismos y plantea acciones concretas al respecto.

El soporte y fortalecimiento institucional conlleva un trabajo integral, concertado y armonizado de todas entidades administrativas, con directivas claras, compromisos concretos, liderazgo, y con procesos y responsabilidades claramente definidos y asignados.

En general, la labor de coordinación, planificación, financiación y supervisión (incluyendo regulación y sanciones) del sistema de transporte se considera un deber público inalienable, para ello es necesario:

- Voluntad política (pues requiere concertación y cesión de competencias)
- Legislación adecuada
- Capacidad presupuestaria
- Recursos cualificados

#### Modelo de negocio

Los procesos de delegación de la prestación del servicio, los esquemas empresariales y contractuales de los operadores se describen en el modelo de negocio, el cual presenta todos agentes involucrados, las funciones de cada uno y las relaciones entre ellos.

Para garantizar una prestación adecuada del servicio público de transporte, las principales responsabilidades de los actores suelen repartirse de la manera siguiente:

- La administración asume la responsabilidad de la regulación, definición de los parámetros de calidad y fiscalización del servicio. Para ello, el ente gestor define y controla la tipología de vehículos, sus características funcionales, las especificaciones técnicas y su imagen,

incluyendo exigencias ambientales, de comodidad, de seguridad y la vida útil. También define y sigue la calidad del servicio.

- La empresa prestadora del servicio realiza la labor de programación de su operación en función de los parámetros e indicadores establecidos por el ente gestor del sistema.
- La elección de un operador independiente y vigilado para el recaudo de la venta de títulos de transporte facilita el equilibrio de poder entre agentes, y garantiza la seguridad del dinero recaudado y la objetividad de la información recogida. La administración y redistribución de los ingresos a los agentes del sistema (cámara de compensación definida como la institución encargada de llevar a cabo las compensaciones monetarias entre las distintas empresas, por un lado, debido a los transbordos, y por otro, debido a la venta de los títulos que se realizan en los diferentes puntos de venta) puede ser ejecutada independiente del recaudo. Sin embargo, precisa de la información relativa al tráfico de pasajeros, los recursos y de reglas de repartición aceptadas por los distintos agentes.
- Los sistemas de comunicaciones fijas y móviles para la transmisión de la información de recaudo y de control de flota pueden ser suministrados por un único operador, lo que resulta en una economía de escala.

El sistema debe ser **dinámico y apoyarse sobre mecanismos técnicos y jurídicos que permitan controlar la prestación del servicio** y realizar ajustes, modificaciones y los requerimientos necesarios y oportunos (por ejemplo: adecuar oferta a las condiciones de demanda). La dinámica para la evolución de oferta (alterar rutas o implantar nuevas) es más grande cuando hay pocos agentes involucrados y cuando los procesos jurídicos son más sencillos.

El esquema empresarial de los operadores en la práctica tiene consecuencias sobre la oferta, la operación y la calidad de vida. En este sentido, la “guerra del centavo” existente en Bogotá con el actual sistema de transporte público colectivo convencional se vincula a cierta sobreoferta, la cual conlleva a niveles altos de congestión, desgaste del pavimento, accidentalidad y contaminación. Por lo tanto, es importante establecer los requisitos de condiciones de los conductores, los cuales deben beneficiar de una remuneración independiente del número de pasajeros movilizados, así como de jornadas adecuadas.

**La mejora de la profesionalidad de las empresas operadoras** tiene dos líneas de trabajo:

- Formación mediante programas impulsados por la administración
- Solvencia técnica e incentivos de calidad recogidos en los contratos.

En todo caso, se debe tener en cuenta que el modelo de negocio se desarrollará en el Producto 24 y analizará de forma detallada cada uno de los aspectos más relevantes a tenerse en cuenta para la eficaz operación del sistema una vez implementada la PLM.

### **Financiación y sistema de remuneración**

Conceptualmente cabe dividir los costos de un sistema de transporte en tres grupos:

- Costos de inversión, que incluyen infraestructura y material móvil.
- Costos de operación, en referencia a los costos asociados a la prestación de los servicios y su mantenimiento.
- Costos administrativos, que son principalmente los gastos generales.

Estos costos se financian a través de la recaudación por la venta de títulos de transporte, así como mediante otros ingresos de explotación (publicidad y alquiler de espacios comerciales principalmente) y con aportaciones por parte de las administraciones públicas. Estas últimas contribuciones son tanto

inversiones en infraestructuras como subvenciones a la explotación o subvenciones dirigidas fundamentalmente a la renovación del material móvil. Además de modelos clásicos de inversión directa por parte de los poderes públicos, las partes implicadas, ya sean autoridades, operadores, industria o entidades financieras, encaminan sus esfuerzos al desarrollo de nuevos consorcios. Esos modelos pasan por la contribución de los beneficiarios directos o indirectos, por resaltar el valor del suelo y el inmobiliario aledaño a las líneas y estaciones...

El decreto 309 de 2009 indica que los ingresos recibidos por los operadores deben cubrir sus inversiones y facilitar un retorno “razonable”. La ganancia (o utilidad) se adopta normalmente como un % del costo o del capital invertido para prestar el servicio.

De acuerdo con la teoría de la política de la competencia, la mejor combinación de costo operacional y calidad tiene mucho que ver con la regulación. En este sentido se ha demostrado que cuando las autoridades de transporte incentivan a los operadores a mejorar su gestión, la competencia entre Administración Distrital puede favorecer la eficiencia pues, cuanto mayor sea la competencia, mayores serán también los incentivos para mejorar su productividad e innovar para reducir costos. Otro incentivo que revela la tendencia actual consiste en “bonificar o premiar” la calidad además de aplicar penalizaciones.

### 3.2.5 Integración tecnológica

#### Tecnología vehicular

Por definición, el material rodante debe cubrir los requisitos mínimos de seguridad y comodidad para el usuario, así como las necesidades de operación en función de la infraestructura y el itinerario. La elección de los vehículos para el servicio de transporte público está condicionado por varios factores: demanda, entorno y viario urbano, condicionantes medioambientales, y accesibilidad a colectivos con dificultades de movilidad. Además es estratégica para la imagen de calidad de la ciudad. El sistema tecnológico viene determinado por la previsión de demanda para cumplir de forma adecuada la función de transportar ciudadanos, no obstante, dentro de un modo de transporte, existe un gran abanico de vehículos con muchas capacidades posibles para acomodar la demanda prevista y el posible aumento de la demanda futura. El viario en el que se inscribe una línea de transporte público de superficie también es un condicionante fundamental a la hora de escoger las características técnicas de los vehículos que deben circular (anchura, radios de giro, pendientes,...). Además, la dotación de material móvil viene condicionada en buena parte por factores sociales y políticos, entre otros por lo que respecta a características sostenibles desde el punto de vista medioambiental. Asimismo, el fácil acceso a los vehículos y paradas es uno de los factores de la calidad del servicio al que el ciudadano otorga mayor importancia.

La dotación adecuada del material móvil para el conjunto del servicio de transporte público ha de tener en cuenta estos condicionantes en cada uno de los corredores de movilidad. Sin embargo, **la homogeneización de los parques automotores permite la flexibilidad de intercambio entre las diferentes rutas de buses. En el ámbito ferroviario, la compatibilidad vehicular permite la interoperación de diferentes líneas.** Según el nivel de compatibilidad requerida entre metro y tren de cercanías, por ejemplo, se deberá homogeneizar desde características generales de material rodante (en particular altura de plataforma y gálibo) y alimentación eléctrica hacia sistemas de señalamiento y telecomunicaciones y sistema de control de la operación.

#### Instalaciones de apoyo y equipos

Las instalaciones de apoyo (cocheras, talleres, puestos de control, etc.) y equipamientos (señalización, sistemas de telecomunicaciones, sistemas de ayuda a la explotación,...) **no suelen compartirse entre modos por tratarse** de tecnologías diferentes. Además, no se recomienda concentrar las infraestructuras como patios y talleres en una misma ubicación, sino de localizarlas en las proximidades de las líneas a las que den servicio con el fin de minimizar la producción de kilómetros recorridos “muertos” que no sean útiles para la prestación comercial del servicio.

### **Control de acceso y recaudo**

Existen diversos sistemas de control de acceso a un sistema de transporte, que obedecen a la diferenciación tarifaria que pueda existir en dicho sistema. Los sistemas cerrados con validación a la entrada y salida se adaptan a la aplicación de tarifas por zona o distancia, minimizan el fraude, pero en autobuses aumentan el tiempo de parada y presentan problemas de seguridad (al hacer menos ágil el embarque y desembarque). La validación sistemática sólo a la entrada está adaptada a una tarifa plana por ruta o red, pero necesita agentes de control para minimizar el fraude a través de vigilancia. Se impone cuando el estrecho espacio en estaciones genera congestión a la salida. Los sistemas abiertos requieren esfuerzos de control mayores.

En cuanto al recaudo, el sistema de recaudo es una herramienta para el control de operadores y el estado real del negocio (datos de venta y de uso), una fuente de información confiable para la planificación, y asimismo permite eficiencia en la gestión e información en tiempo real. Los requerimientos generales del sistema de recaudo de un sistema de transporte con tarificación integrada son los siguientes:

- Permitir al usuario del sistema acceder al servicio en condiciones de **comodidad, seguridad y rapidez** (compra, carga y/o consulta de saldo del título de viaje en cualquier punto de venta, acceso en cualquier ruta)
- Permitir el **control de tarifa** mediante el control de acceso y evitar el fraude
- Proveer **informaciones** para la gestión de la operación, la transparencia y el seguimiento de la prestación y utilización del servicio, el control de los movimientos de fondo, y la compensación de los diferentes agentes (repartición de los recursos provenientes del cobro de las tarifas al usuario)

Un sistema inteligente de recaudo centralizado permite el **manejo y seguridad del dinero recaudado**, reduce los tiempos de acceso, **mejora el acceso** a autobuses y por ende la velocidad comercial, establece **canales de distribución eficientes** que estimulen el uso del sistema, **permite transbordos** atendiendo la estructura tarifaria y brinda la **posibilidad de efectuar integraciones virtuales** (sin necesidad de infraestructuras físicas de transferencia). La adopción de tarjetas sin contacto es común por la agilidad que da al sistema, la cual permite una mejor integración intermodal y da lugar a la integración virtual definida en el Decreto 309 de 2009 como la utilización de medios tecnológicos para permitir a los usuarios el acceso en condiciones equivalentes a las de la integración física (referida a la intermodalidad en el presente documento). Las redes de metro y de BRT han sido de las primeras en desarrollar las tarjetas inteligentes como medio de pago polivalente. Éstas se están convirtiendo en verdaderos monederos electrónicos que integran el transporte junto con otros servicios urbanos.

La gestión de un sistema de recaudo implica medidas de seguridad para evitar el fraude, por lo cual es preferible que haya un único operador para evitar problemas de compatibilidad y coherencia de las informaciones entre distintos sistemas de recaudo y permitir a los viajeros circular sobre el conjunto de las redes con un solo título de transporte. Las informaciones de seguridad actuales del SAM (Security Access Modal) suponen requerimientos de encriptación de datos con dos llaves, una de TransMilenio S.A. y la otra del actual concesionario, que impiden la compatibilidad con tarjetas de otro sistema de recaudo.

### **Comunicaciones, recolección y almacenamiento de informaciones**

La información es un elemento clave de la calidad del servicio de transporte, más aún en el desarrollo de un servicio integrado con multiplicidad de actores y subsistemas. La adecuada gestión de la información es fundamental para el buen funcionamiento de la totalidad de los componentes que conforman un sistema integrado de transporte. La administración de los medios de pago, la seguridad logística del sistema de recaudo y su operación, la gestión de la explotación, la información al usuario y el control del sistema conllevan procesos de adquisición, registro, almacenamiento y administración de los datos mediante sistemas computarizados.

La información al usuario se desarrolla sobre varios medios tecnológicos y puede ser suministrada por dispositivos tradicionales estáticos (avisos, mapas, paneles) o por nuevas tecnologías que permiten informar a distancia sobre la oferta de transporte antes y en tiempo real a lo largo del desplazamiento.

Por otro lado, los sistemas de comunicaciones fijas y móviles deben conectar los centros de control con las estaciones, el material móvil, los puntos de venta / recarga externos y los puntos de información al usuario.

Por razones de seguridad, el sistema de recaudo debe tener una red de comunicación exclusiva entre los sistemas locales (torniquetes, validadores,...) y el sistema centralizado que consolida los datos recogidos.

### **3.3 Indicadores propuestos**

La prestación de un sistema de transporte se mide con ayuda de un análisis de la oferta, la demanda y los recursos materiales y organizativos. Este apartado establece y recoge los indicadores que pueden sintetizar las características más relevantes del sistema, con el fin de comprobar la calidad del servicio y la eficiencia del sistema proyectado para cada escenario.

Para la caracterización del sistema de transporte, se contemplan los aspectos siguientes:

- Descripción física, funcional y operacional de los distintos componentes (modos) que conforman el sistema de transporte público
- Indicadores de uso y movilidad
- Indicadores de calidad, eficacia y eficiencia

#### **3.3.1 Descripción física, funcional y operacional**

Para obtener una visión de conjunto del transporte público y de los distintos componentes que lo conforman, se deben describir los elementos físicos con los que se presta el servicio, las funciones que desempeña cada componente del sistema, así como la oferta comercial y producción de la operación del transporte.

Algunos de los principales atributos que recoge dicha descripción son:

- Infraestructuras:
  - red vial utilizada para el transporte público,
  - longitud y tipo de carriles,
- Parque vehicular por cada modo:
  - tipología,
  - número de vehículos,
- Configuración de la red de rutas:
  - estructura y funciones por modo,
  - puntos de intercambio entre modos.
- Oferta detallada por modo:
  - intervalos de paso,
  - longitud rutas,
  - velocidad comercial,
  - distancia entre paradas,

- capacidad teórica ofrecida (plazas-Km).
- Ingresos usuarios:
  - tarifas,
  - recaudo.
- Información al usuario
- Operación:
  - empresas operadoras,
  - producción expresada en km recorridos (vehículos-Km),
  - gestión y control de explotación y mantenimiento de las unidades de transporte.

### 3.3.2 Indicadores de uso y movilidad

Estos indicadores se relacionan a la demanda atendida por cada modo de transporte y a los viajes movilizadas sobre el sistema de transporte público:

- Características de la demanda:
  - análisis territorial de la demanda total (patrones de viaje, distribución geográfica de flujos y vectores origen / destino por modo agregado público y privado),
  - distancia promedio de los flujos,
  - usuarios del transporte público y privado segmentados por estrato.
- Características de viajes en transporte público:
  - tiempos medios involucrados en el viaje de los usuarios (tiempo de caminata, tiempo de espera, tiempo de abordaje, tiempo embarcado),
  - distancia promedio recorrida por modo de transporte público,
  - costo generalizado resultante de una ponderación de los tiempos de viaje y pago de tarifa convertido en tiempo,
  - número medio de transbordos ocurridos.
- Tráfico por modo de transporte público (troncales TransMilenio, flexible complementario, tren de cercanías, metro) :
  - pasajeros durante hora pica,
  - pasajeros-km,
  - pasajeros-hora,
  - intensidad en los tramos más cargados (cargas sobre redes).

### 3.3.3 Indicadores de calidad, eficacia y eficiencia

Los siguientes indicadores permiten comprobar el nivel de desempeño del sistema:

- Eficacia:
  - índice de ocupación por vehículo,
  - flexibilidad de ajuste de oferta a demanda,
  - concentración de rutas sobre corredores.

- Eficiencia:
  - índice de pasajeros transportados por km recorrido (IPK),
  - costos de operación y mantenimiento (costos internos).
- Calidad del servicio percibida por el usuario directo (“experiencia de transporte” del usuario que se pueda estimar y proyectar independientemente de encuestas, sondeos sobre la percepción y toma de datos de campo):
  - comodidad (niveles de servicio),
  - tiempo máximo de espera (política de servicio).
- Interés para la colectividad:
  - accesibilidad territorial reflejando los costos generalizados para llegar en transporte público desde una zona a todas otras del ámbito de estudio,
  - costos externos (accidentalidad, emisiones CO2 e impacto sobre cambio climático, emisiones partículas e impacto sobre contaminación).

### 3.3.4 Metodología de cálculo, herramientas y fuentes de información

Los indicadores deben construirse de modo que los insumos necesarios estén disponibles o bien puedan ser estimados y proyectados. En este sentido, se contempla también el año base 2008 para tener referencia y lograr una visión normalizada del diagnóstico actual y del pronóstico a futuro.

Los **datos de oferta física y operacional** son los contenidos en los bancos de datos del programa EMME/3 (grafos de la red de transporte público), los cuales han sido elaborados en los productos del estudio relacionados con la modelación (productos N° 04 y 18). Estos datos corresponden al periodo de simulación (hora punta de la mañana de un día hábil promedio).

Los otros **datos de descripción física, funcional y operacional no modelados** se recopilan de los diversos estudios y proyectos disponibles y enunciados en el capítulo 2 del presente producto.

Todos indicadores propuestos de **demanda, uso y movilidad** son resultados directos de la simulación (modelos de demanda y modelo de asignación).

#### Estimación de flota y kilometraje anual

Para determinar la **flota total necesaria y el kilometraje total anual**, se toman los datos de cada uno de los servicios del escenario modelado. La información se procesa para consolidarla y obtener información global sobre la situación del transporte público en la ciudad en los distintos escenarios.

El **cálculo de la flota necesaria para cada servicio** se determina en función de la frecuencia asignada durante la hora punta y del tiempo de viaje para el ciclo completo<sup>15</sup> con el fin de disponer de vehículos en número suficiente en la situación de máxima solicitud (períodos pico). Se asume que los períodos picos en Bogotá tienen una duración de 2 horas, y que la oferta del período que sigue se reduce a la mitad. Por lo tanto, para rutas cuyos tiempos de ciclo superan los 120 minutos y para las cuales ocurre por ende una variación en la frecuencia antes de que el primer vehículo haya retornado a la terminal de origen, se ha asumido que los intervalos entre vehículos del período valle corresponden a 2 veces el intervalo asignado para la hora punta, respetando no obstante el intervalo máximo aceptable durante el período valle y fijado en la política de servicio. En tal caso, el cálculo de flota

---

<sup>15</sup> El ciclo completo abarca el tiempo de recorrido de los vehículos y el tiempo de servicio en los puntos de parada para los 2 sentidos de una ruta. En la estimación presente, no se considera el tiempo en los terminales que incluye vuelta del vehículo y descanso del conductor.

efectiva de hora punta viene determinado por la siguiente expresión:  
 $120 / \text{intervalo HP} + (\text{tiempo de ciclo} - 120) / \text{min} [2 * \text{intervalo HP}; \text{intervalo máximo aceptable HV}]$ .

Los intervalos máximos de hora valle considerados son los siguientes:

- 10 minutos para todos los servicios troncales y los servicios auxiliares (modo b) prestados por vehículos de capacidad de diseño superior a 25 pasajeros,
- 12 minutos para todos los servicios de alimentación y los auxiliares (modo b) operados con microbuses (capacidad de diseño inferior a 25 pasajeros) y de 20 minutos para los servicios especiales.

Se recomienda tomar en cuenta una **reserva de buses** de 10% de la flota efectiva necesaria para la hora punta (tasa de diseño contemplada comúnmente, la cual corresponde a la reserva para el mantenimiento y los imprevistos de explotación).

Las líneas contempladas en el modelo de simulación se desglosan por sentido, por lo tanto ha sido necesario identificar las rutas circulares y las simétricas para agregar los dos sentidos y establecer los tiempos de ciclo de ida y vuelta. Esta tarea se ha basado en la codificación de las líneas utilizada en el Emmebank, donde la terminación del código de ruta indica sobre el tipo de ruta: 1 para sentido ida, 2 para sentido vuelta, 3 para rutas circulares. Se ha asumido que todos los servicios troncales tienen codificados el sentido inverso. Como consecuencia del equilibrio entre ambos sentidos de los servicios, la flota asignada puede ser diferente a la óptima teórica requerida por el modelo de simulación.

La estimación del kilometraje anual a partir de los resultados de las simulaciones de hora punta se hace mediante **factores de expansión de oferta** agregados por modo. Estos factores se establecen con respecto a lo simulado para la situación de hora punta del año 2008 calibrado, y se calculan en base a la producción total estimada para el año 2008 desglosada por modo. Los factores de expansión así establecidos abarcan los kilómetros muertos y el porcentaje de error de la longitud modelada de las rutas respecto a la medida real (la cual se debe a que el modelo no tiene enlaces sobre todas calles de la ciudad).

Los resultados de la simulación para el 2008 y los supuestos de producción total anual se presentan en la Tabla 3-2 a continuación.

**Tabla 3-2 Factores de expansión hora punta -> año considerados**

Modo	Simulación HP 2008 (vehic-km)	Km totales recorridos 2008	Factor de expansión HP -> año
Troncales TM	29.509	82.207.911	2.786
Alimentadores TM	5.978	27.992.594	4.683
Bus TPC	115.282	366.073.042	3.175
Buseta TPC	92.527	239.308.118	2.586
Microbus TPC	66.062	406.820.776	6.158
Metro			2.600

<sup>16</sup>

Fuente: Elaboración propia

Para el metro, se considera en una primera aproximación un plan de oferta anual de 2.600 horas punta, estimando que la oferta de hora punta represente el 12% del día hábil y que la oferta de los sábados y domingos representen respectivamente el 70% y el 30% respecto a la oferta de un día hábil.

<sup>16</sup> El kilometraje anual del sistema TransMilenio fue transmitido por TMSA. El kilometraje total para cada tipo de vehículo del TPC es una estimación a partir de la indicación remitida por la SDM del kilometraje diario promedio por vehículo representativo, considerando 23 días al mes y 12 meses al año, multiplicado por la cantidad de vehículos en cada clase (sumando los modelos desde 1971 hasta 2008 del Registro Distrital Automotor, corte a marzo de 2009).

### **Capacidad de diseño y niveles de servicio**

Para el cálculo de la capacidad teórica ofrecida (capacidad nominal de diseño), se propone considerar un nivel de servicio correspondiente a una densidad de ocupación de 6 viajeros de pie / m<sup>2</sup>.

Los **niveles de servicio** utilizados son los establecidos para ciudades del ámbito latinoamericano en el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte actualizado en 2005, editado por la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. Estos niveles de servicio se relacionan con un número determinado de pasajeros cómodos en el vehículo. El atributo de comodidad empleado para establecer los niveles de servicio tiene como referencia la densidad de ocupación determinada como la relación entre el número de pasajeros de pie y el área neta del vehículo (espacio útil reservado para viajar de pie).

**Tabla 3-3 Indicadores de comodidad y densidad de ocupación**

Calidad del servicio	Nivel	Densidad de ocupación (pasajeros de pie / m <sup>2</sup> )
Excelente	A	Todos sentados
Buena	B	0 – 1,5
Regular	C	1,5 – 3
Mala	D	3 – 4,5
Pésima	E	4,5 – 6
Inaceptable	F	> 6

Fuente: Elaboración propia a partir del Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte – Tomo IV, 2005

El nivel de servicio F define las condiciones a las que los pasajeros están sujetos con una incomodidad inaceptable. Los criterios de carga bruta de pasajeros proporcionan una aproximación razonable de los niveles de servicio de los pasajeros, pero como estos criterios de carga no corresponden a los criterios específicos de espacio, se ha procedido a calcular los niveles de servicio en función de los asientos disponibles en cada vehículo y del área neta para los pasajeros de pie.

A continuación en la Tabla 3-4 se muestra el resultado obtenido en términos de índice de ocupación promedio para los distintos tipos de vehículos empleados en el modelo de Bogotá.

**Tabla 3-4 Índice de ocupación por vehículo en función del nivel de servicio**

VEH	Descripción	Tipo SITP	MODE	Cap Sent	CapaVeh	Area util (m <sup>2</sup> )	Índice de ocupación					
							A todos sentados	B 0 - 1,5 pax / m <sup>2</sup>	C 1,5 - 3 pax / m <sup>2</sup>	D 3 - 4,5 pax / m <sup>2</sup>	E 4,5 - 6 pax / m <sup>2</sup>	F > 6 pax / m <sup>2</sup>
1	bus_normal		b	30	30	0,0	1	1	1	1	1	> 1
2	busesta_a		b	20	30	1,7	0,67	0,75	0,83	0,92	1	> 1
4	busnormal		b	30	60	5,0	0,5	0,63	0,75	0,88	1	> 1
5	Alimenta	padron	a	30	80	8,3	0,38	0,53	0,69	0,84	1	> 1
6	articulado	articulado	t	48	150	17,0	0,32	0,49	0,66	0,83	1	> 1
7	micro_ATM	microbus	a	19	19	0,0	1	1	1	1	1	> 1
8	microbus	microbus	b	19	19	0,0	1	1	1	1	1	> 1
9	bta-micro		b	22	22	0,0	1	1	1	1	1	> 1
10	bus-bta		b	45	45	0,0	1	1	1	1	1	> 1
12	bus-bta		b	40	40	0,0	1	1	1	1	1	> 1
14	bus-bta		b	55	55	0,0	1	1	1	1	1	> 1
15	bus-bta	buseton	b	29	50	3,5	0,58	0,69	0,79	0,9	1	> 1
17	bus-bta		b	35	35	0,0	1	1	1	1	1	> 1
18	bus-g	padron	b	30	80	8,3	0,38	0,53	0,69	0,84	1	> 1
19	bus-bta-mi		b	20	20	0,0	1	1	1	1	1	> 1
20	mic_Interm	micro l	l	19	19	0,0	1	1	1	1	1	> 1
22	bus-ejec	busesta	b	23	40	2,8	0,58	0,68	0,79	0,89	1	> 1
23	bus-c	buseton	b	29	50	3,5	0,58	0,69	0,79	0,9	1	> 1
24	bus-bta-mi		b	25	25	0,0	1	1	1	1	1	> 1
26	Bus_Interm	bus l	l	30	72	7,0	0,42	0,56	0,71	0,85	1	> 1
27	bus-c	buseton	a	29	50	3,5	0,58	0,69	0,79	0,9	1	> 1
86	TrenCerca	tren	u	400	1200	133,3	0,33	0,5	0,67	0,83	1	> 1
66	TrenMetro	metro	u	175	1640	244,2	0,11	0,33	0,55	0,78	1	> 1

Fuente: Elaboración propia

### **Estimación de costos del sistema de transporte público urbano**

La metodología aplicada para la **estimación de los costos del sistema de transporte público en el ámbito urbano** se inspira de la metodología desarrollada por miembros del Grupo Consultor para la Autoridad de Transporte Metropolitano de Barcelona en el estudio de los costos sociales y ambientales del transporte de la Región Metropolitana. Esa metodología fue aplicada en recientes trabajos elaborados en España (para el Ministerio de Fomento) que completan y mejoran los trabajos más recientes realizados a nivel europeo (INFRAS). La aplicación al caso de Bogotá sólo contempla los modos de transporte público urbano, por consiguiente quedan fuera del alcance los costos asociados a los buses interurbanos, el tren de cercanías, el coche y el taxi.

Los costos anuales generados por el transporte se agrupan en dos grandes tipos, los costos internos (directamente asumidos por agentes del sector del transporte) y los costos externos:

- Los costos de operación y funcionamiento se pueden desglosar en:
  - Costos variables dependiendo del kilometraje anual recorrido por los vehículos: consumo de combustible, de lubricantes, de energía eléctrica en el caso del transporte ferroviario, mantenimiento de los vehículos y repuestos (neumáticos y reposiciones: frenos, aceite, reparaciones... en el caso del transporte por carretera, sistema de rodaje en el caso del transporte ferroviario), personal (conductores, plantilla para las estaciones, atención al usuario, control y vigilancia...),

- Costos fijos relacionados al tiempo y número de vehículos y no con la operación de los mismos: seguros, impuestos al uso de los vehículos, garaje<sup>17</sup>, costos de estructura y administración.  
A los costos fijos se pueden añadir los costos de capital que corresponden al valor de las inversiones realizadas (costos de propiedad o uso de los vehículos, cuya inversión inicial se amortiza durante la vida útil): recuperación del capital y rentabilidad.
- Los costos de uso de las infraestructuras corresponden al costo de implantación o adquisición, y a las actuaciones de mantenimiento relacionado con el desgaste de las infraestructuras.
- Los costos asumidos por los usuarios (tarifas y multas, costo del tiempo).
- Los costos externos (definidos como los costos sociales que no son asumidos directamente por agentes del sector del transporte) abarcan los siguientes ítems:
  - Costos de la congestión, la cual supone un aumento de los costos de operación del transporte. Sin embargo, no han sido estudiados por separado y quedan internalizados en los costos internos de operación.
  - Costos de accidentes: daños materiales, daños a las personas (costos sanitarios, pérdidas netas de producción, costos inmateriales del dolor, lástima y sufrimiento causado por la pérdida de una vida humana, invalidez o heridas), costos policiales y judiciales, costos administrativos.
  - Costos del cambio climático causado por las emisiones de CO<sub>2</sub> originadas por la combustión de los hidrocarburos y gases de efecto invernadero expresados en equivalente de CO<sub>2</sub>. En la actualidad se desconoce el catálogo exacto de las posibles consecuencias del cambio climático (crecida del nivel de los mares, aumento del consumo de energía, cambios en agricultura, reducción de las reservas de agua, cambios en los ecosistemas y biodiversidad, aumento de riesgo de catástrofes naturales, etc), así como su alcance y/o intensidad.
  - Costos de la polución: valoración de las externalidades negativas de la contaminación atmosférica por adición de gases y partículas sólidas o líquidas en suspensión (efectos perjudiciales sobre la salud, daños materiales en edificios y pérdidas en la producción agrícola originados por la polución).
  - Costos del ruido por contaminación acústica del medio ambiente e influencia negativa sobre la salud. Incluyen la valoración de los efectos y medidas compensatorias de las vibraciones generadas por los modos ferroviarios.
  - Costos del efecto barrera, el cual se refiere a la impermeabilidad inducida por una infraestructura en la accesibilidad del territorio en las direcciones diferentes del eje principal de la misma, a nivel de la fauna, natura y actividad humana.
  - Costos de la ocupación del espacio: costos de oportunidad del área ocupada por una infraestructura de transporte, la cual podría ser destinada a cualquiera otra actividad.
  - Daños a la naturaleza y al paisaje (polución de los suelos, aguas superficiales, capas freáticas, etc.)
  - Efectos indirectos: externalidades causadas por las actividades conexas y necesarias para la existencia y funcionamiento del transporte (por ejemplo: producción de energía, fabricación, y destrucción de los vehículos)

<sup>17</sup> En el caso del metro, el costo de garaje está englobado dentro del concepto de cocheras (costo infraestructura).

Para estimar los costos asociados al transporte público urbano en cada escenario, las variables de movilidad contempladas son los vehículos-km por tipo de vehículo (suma algébrica de todos los recorridos realizados por cada vehículo obtenido como el producto de la longitud de las rutas y las frecuencias de los servicios) y el número de unidades de transporte (flota de vehículos por tipo).

**Tabla 3-5 Metodología de Evaluación de Costos**

Ítem	Metodología de valoración	Costo unitario (Pesos 2009)	Unidad
<b>Costos operación variables</b>	<p>Para los modos del sistema TransMilenio, se aplica el peso de los costos variables de la canasta troncal y alimentación respectivamente al costo kilométrico total promedio de cada modo (la canasta y costo promedio troncal corresponden a septiembre 2009, la canasta de alimentación está fijada para la duración de las concesiones y el costo km alimentación contempla el promedio del año 2008)</p> <p>Para los buses del TPC, se toman en cuenta los costos variables establecidos por la SDM para los modelos más recientes (unidades de menor de 10 años).</p> <p>Para el metro (conformado con vehículos de 7 coches), se ha tomado como referencia el costo de operación y mantenimiento anual observado para el metro de Barcelona (4€ 2008 / coches-km), lo cual incluye también los costos fijos y amortizaciones.</p>	<p>Troncal: 3.115 Alim. TM: 2.143 Bus TPC: 1.806 Buseta: 1.260 Microbús: 1.043 Metro: 81.866 (incl. costos fijos y amortizaciones)</p>	Vehic-km por tipo vehículo
<b>Costos operación fijos (incl. costos capital)</b>	<p>Para los modos del sistema TransMilenio se aplica el peso de los costos fijos de la canasta troncal y alimentación respectivamente al costo kilométrico total promedio de cada modo mencionado en el ítem anterior, multiplicándolos por el kilometraje medio recorrido en 2008 por unidad de la flota total estimado a partir del kilometraje total indicado en la Tabla 3-2.</p> <p>Para los buses del TPC, se toman en cuenta los costos fijos y de capital establecidos por la SDM para los modelos más recientes (unidades de menor de 10 años).</p> <p>Para el metro, se asume que los costos fijos estén incluidos en el ítem anterior.</p>	<p>Troncal: 196.701.872 Alim. TM: 68.062.164 Bus TPC: 32.738.269 Buseta: 30.983.866 Microbús: 24.457.616 Metro: N.A.</p>	N° de vehículos de cada tipo
<b>Uso infraestructuras</b>	<p>Para valorar el desgaste de la infraestructura vial se podría obtener una aproximación mediante las inversiones realizadas anualmente por las administraciones distritales en materia de infraestructura vial, y aplicarle la tasa de utilización que corresponde al transporte público respecto al privado.</p> <p>El costo de inversión de troncales y del metro se puede también relacionar a la longitud de las infraestructuras construidas, no obstante se precisa de la duración de la vida útil de cada componente incluido en el presupuesto total.</p> <p>Por falta de disponibilidad de los insumos necesarios, se decidió excluir estos costos del alcance de la estimación.</p>		
<b>Congestión</b>	Internalizados en los costos internos de operación.		

Ítem	Metodología de valoración	Costo unitario (Pesos 2009)	Unidad
<b>Accidentes</b>	<p>Para el cálculo de la tasa de accidentalidad (expresada como número de accidentes ocurridos con respecto a los km recorridos) se tomaron los datos 2007 del Fondo de Prevención Vial, Accidentalidad Vial en Colombia (informe Julio de 2008), el cual indica también el porcentaje de participación por clase de vehículo involucrado en accidentes (bus, buseta y microbús). Se supone que los buses utilizados para la alimentación de TM están incluidos en la categoría bus, pero no los articulados troncales. El total de eventos se relacionó al kilometraje recorrido en 2008 por los tipos de buses involucrados. Para los años futuros, se considera que las tasas de accidentalidad así calculadas no varían.</p> <p>Para la valoración de los distintos tipos de eventos en función de la gravedad, se utilizaron los costos por accidente establecidos por Logitrans - Evaluación económica de la reorganización del sistema de transporte público colectivo (informe 3 de la asistencia técnica a la STT 2003), expresados en salarios mínimos de 2002.</p> <p>Se actualizaron con el valor del salario mínimo de 2009 indicado por el DANE.</p> <p>Se ha asumido que la ocurrencia de accidentes involucrando el metro o troncales TM será nula.</p>	<p>Troncal: N.A. Alim. TM: 305 Bus TPC: 305 Buseta: 306 Microbús: 174 Metro: N.A.</p>	<p>Vehic-km por tipo vehículo</p>
<b>Cambio climático</b>	<p>Las emisiones de CO<sub>2</sub> se relacionan al consumo unitario de los tipos de vehículos, aplicando un factor de emisión de 0.003 ton CO<sub>2</sub> / L gasoil (fuente TMSA). Se asume que el 100% del parque automotor analizado usa como combustible el gasoil ACPM. Los consumos unitarios vienen definidos por los rendimientos observados: 6.38 km/galón para articulados, 9.86 km/gal para alimentadores, 11 km/gal para buses TPC, 28.6 km/gal para busetas y 27 km/gal para microbuses (fuente TMSA y SDM, un galón equivale a 3,785 L).</p> <p>Para valorar el costo asociado a las emisiones de CO<sub>2</sub> se utilizó el precio de venta de los CER's autorizados a TransMilenio en 2007 y actualizado a 2009 (24.410,35 pesos 2009/ ton CO<sub>2</sub>), aunque no represente el costo social de los efectos sobre el cambio climático asociados a los consumos de vehículos.</p> <p>Se considera que el consumo eléctrico del modo ferroviario no emite gases de efecto invernadero.</p>	<p>Troncal: 43,45 Alim. TM: 28,11 Bus TPC: 25,2 Buseta: 9,69 Microbús: 10,27 Metro: N.A.</p>	<p>Vehic-km por tipo vehículo</p>

Ítem	Metodología de valoración	Costo unitario (Pesos 2009)	Unidad																
<b>Polución</b>	<p>Se usaron como factores de emisiones, factores de incidencia y costos asociados a enfermedades generadas por estas emisiones los calculados en el estudio de los costos sociales y ambientales del transporte de la Región Metropolitana de Barcelona 2006, actualizados a pesos 2009.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Emisión por consumo gasoil (g emisión/g comb)</th> </tr> <tr> <th>SO2</th> <th>Nox</th> <th>PM10</th> <th>VOCs</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dioxido de Azufre</td> <td>Oxidos de Nitrogeno</td> <td>Particulas</td> <td>Volatile Organic Compounds</td> </tr> <tr> <td>0,00266</td> <td>0,000856196</td> <td>8,56196E-05</td> <td>0,00235454</td> </tr> </tbody> </table> <p>Los factores de emisiones con incidencia sobre la salud se aplicaron a los consumos unitarios por tipo de vehículo mencionados en el ítem anterior.</p> <p>Se considera que el consumo eléctrico del modo ferroviario no emite gases ni partículas.</p>	Emisión por consumo gasoil (g emisión/g comb)				SO2	Nox	PM10	VOCs	Dioxido de Azufre	Oxidos de Nitrogeno	Particulas	Volatile Organic Compounds	0,00266	0,000856196	8,56196E-05	0,00235454	<p>Troncal: 785 Alim. TM: 508 Bus TPC: 455 Buseta: 175 Microbus: 185,5 Metro: N.A.</p>	Vehic-km por tipo vehículo
Emisión por consumo gasoil (g emisión/g comb)																			
SO2	Nox	PM10	VOCs																
Dioxido de Azufre	Oxidos de Nitrogeno	Particulas	Volatile Organic Compounds																
0,00266	0,000856196	8,56196E-05	0,00235454																
<b>Ruido</b>	Las metodologías desarrolladas en España, estimando el costo de las medidas implementadas para atenuar los efectos del ruido y de las vibraciones generadas por el transporte, no se pueden aplicar al caso de Bogotá (no se conoce legislación específica y medidas compensatorias contra el ruido).																		
<b>Efecto barrera</b>	Por falta de disponibilidad de los insumos necesarios, se decidió excluir estos costos del alcance de la estimación.																		
<b>Ocupación espacio</b>	Por falta de disponibilidad de los insumos necesarios, se decidió excluir estos costos del alcance de la estimación.																		
<b>Daños natura y paisaje</b>	Por falta de disponibilidad de los insumos necesarios, se decidió excluir estos costos del alcance de la estimación.																		
<b>Efectos indirectos</b>	Por falta de disponibilidad de los insumos necesarios, se decidió excluir estos costos del alcance de la estimación.																		

Fuente: Elaboración propia

El cambio utilizado de € a pesos colombianos es de 2.860. Las actualizaciones de costos de los años anteriores a 2009 se han basado en las variaciones anuales del IPC.

Los valores exactos de los costos unitarios externos calculados son muy sensibles a los insumos disponibles y variables de movilidad que han sido utilizados para su elaboración. Por lo tanto, los resultados de la estimación de costos externos no tienen interés por su total absoluto sino en la comparación y variación entre escenarios temporales y simulaciones de escenarios de oferta distintos.

## 4 CARACTERIZACIÓN DEL SITP

### 4.1 Evaluación para cada escenario

La evaluación que se propone corresponde al análisis descriptivo de los indicadores y criterios identificados en el capítulo 3. Los apartados a continuación recogen la caracterización cuantitativa y cualitativa de dichos atributos.

#### 4.1.1 Escenarios contemplados

La simulación con el modelo EMME/3 permite observar, en términos de demanda y características operacionales del sistema, lo que estará pasando a grandes rasgos en la ciudad con la implementación y el desarrollo del metro en el SITP sin infraestructura adicional (es decir, si sólo se lleva a cabo de aquí al 2018 la construcción de la Fase 3 de TransMilenio, la extensión hacia Soacha y la troncal de la Carrera Séptima). En este planteamiento, el escenario 2018 tiene una especial importancia, pues permite llevar a cabo el análisis de la implementación de la Fase 4 del SITP (integración con los modos férreos), la cual se concretará con la puesta en servicio del metro.

Para la caracterización general de los escenarios, se asume que el SITP esté totalmente implementado en todos sus componentes (es decir, que esté en la Fase 3 de su desarrollo definida en el Decreto 309 de 2009: integración operacional y tarifaria del 100% de rutas y servicios del SITP)<sup>18</sup>. Asimismo, se asume que el número y el tipo de vehículos definidos para cada ruta en el diseño operacional correspondiente al escenario 2018 sin inversión en infraestructura (definido en el estudio técnico-operacional del SITP 2009) estarán disponibles y prestarán servicio hasta que entre en operación la Primera Línea de Metro. En una primera aproximación para los escenarios analizados, se ha tomado en cuenta una eliminación de las rutas auxiliares que circulan en los corredores atendidos por el metro (según un criterio de superposición de más del 60% del recorrido de la ruta en una banda de 300 metros alrededor del eje de una línea de metro) y se han considerado rutas alimentadoras adicionales para el metro hasta el 2028, manteniendo esas rutas adicionales en el escenario 2038 a efectos de facilitar el análisis de las variaciones entre escenarios pero considerando que la conectividad y cobertura de la red de metro propuesta a largo plazo suplante la necesidad de una alimentación mediante rutas dedicadas. Cabe recordar que el diseño operacional de detalle de la reestructuración de rutas del SITP con motivo de la implantación de la Primera Línea de Metro se desarrollará en el producto N° 26 de la etapa 3 del presente estudio.

Los siguientes códigos del Emmebank corresponden a los escenarios de oferta contemplados a continuación:

- 8916: situación base 2008,
- 18021: escenario 2018 (SITP + tren + PLM),
- 28021: escenario 2028 (SITP + tren + PLM + segunda línea de metro),
- 38026: escenario 2038 (SITP + tren + red total de metro propuesta).

---

<sup>18</sup> El término "SITP" se refiere en adelante al proyecto SITP en su Fase 3, sin considerar el metro.

## 4.1.2 Descripción física, funcional y operacional

### Infraestructuras

Tabla 4-1 Longitud de las infraestructuras utilizadas por el transporte público (en km)<sup>19</sup>

Tipo de vía	2008	2018	2028	2038
Carretera de peaje interurbana	102,0	103,5	103,5	103,5
Carretera libre interurbana	128,0	150,0	150,0	150,0
Centrales de ejes principales	124,4	178,2	193,8	193,8
Laterales de ejes principales	21,9	28,2	28,2	28,2
Intercambiador central-lateral	5,0	5,2	5,2	5,2
Vías primarias de 1 sentido de circulación	11,6	14,7	14,7	14,7
Vías primarias de 2 sentidos de circulación	720,3	1.065,7	1.100,2	1.100,2
Vías secundarias	408,5	558,8	590,9	590,9
Vías locales	678,6	937,9	958,5	958,1
Carriles segregados TransMilenio	173,2	261,8	261,8	261,8
Infraestructura ferroviaria	-	194,0	194,0	194,0
Infraestructura metro	-	56,1	102,3	209,6
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>2.373,4</b>	<b>3.554,1</b>	<b>3.703,0</b>	<b>3.810,0</b>

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

La red vial utilizada para el transporte público varía en función de la configuración de rutas del año considerado.

Respecto a la situación base, las infraestructuras nuevas mediante cuales se presta el servicio de transporte público en los escenarios considerados son las siguientes:

- TransMilenio: Troncales Calle 26, Carrera 10, extensión NQS hacia Soacha y Carrera Séptima (con tratamiento pretroncal – sin sobrepaso – entre CI 72 y CI 100)

<sup>19</sup> Los arcos del grafo de transporte público del modelo se refieren a cada sentido. Por lo anterior, las longitudes indicadas contabilizan cada sentido.

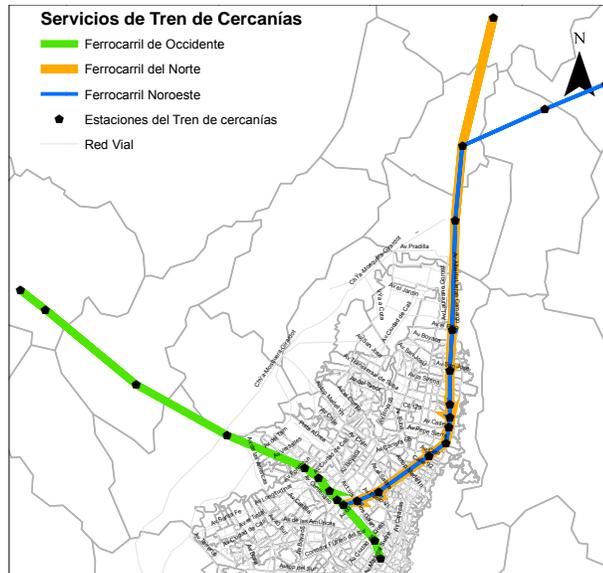
**Figura 4-1 Infraestructuras troncales TransMilenio**



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

- Tren de cercanías: corredores del Norte (Tocancipá / Zipaquirá) y Occidente (Facatativá) hacia la estación de la Sabana.

**Figura 4-2 Infraestructuras ferroviarias Tren de cercanías**

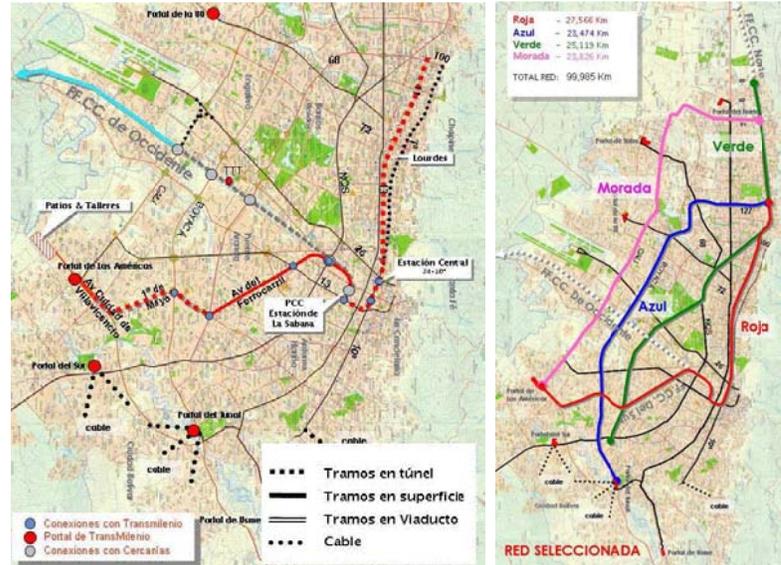


Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

- Metro:

- 2018: línea roja (Portal Américas – Calle 127)
- 2028: línea roja + línea azul
- 2038: 4 líneas (roja, azul, verde, morada)

Figura 4-3 PLM y red de metro 2038 considerada



Fuente: Elaboración propia

### Parque vehicular

La flota utilizada durante la hora punta corresponde a la tipología observada y codificada para el año base. Para los escenarios futuros, los vehículos a utilizar para los servicios del SITP están definidos en el diseño operacional del escenario de oferta para el año 2018 sin intervención en infraestructura (definido en el estudio técnico-operacional del SITP 2009). Fueron seleccionados en función de las cargas máximas estimadas a atender en el recorrido y de los intervalos mínimo y máximo del período pico establecidos en la política de servicio.

Tabla 4-2 Tipos de vehículos del diseño operacional del SITP

Descripción Veh.	Modo	Cap. Sentados	Cap. Total	Nivel de Servicio
Microbús	b,a	19	19	E
Buseta	b	30	40	E
Bus	b,a	30	50	E
Padron	a,b	30	80 - 88 -90	E
Articulado	t,u	48	150	E

Fuente: Diseño técnico-operacional del SITP (septiembre de 2009)

La Tabla 4-3 presenta la flota efectiva para la operación en hora punta (sin la flota de reserva), considerando la tipología vehicular e intervalos de paso actuales para el 2008 y los asignados en el diseño operacional del SITP 2018 para los escenarios futuros. El cálculo de flota se establece según la metodología descrita en el 3.3.4, es decir ajustando el número de vehículos necesarios en función de los tiempos de ciclo y de los intervalos después del período pico.

<sup>20</sup> A efectos de la modelación, la capacidad de todos los padrones se ha aproximado a 80 pasajeros. Por otra parte, la capacidad nominal de diseño contemplada en el escenario 2008 para articulados es de 160 pasajeros.

**Tabla 4-3 Flota efectiva mínima requerida por tipo de vehículo**

Capacidad nominal	Tipo SITP	MODE	2008	2018	2028	2038
19	microbus	a	-	22	22	22
19	microbus	b	2.930	1.894	1.822	1.771
19	micro l	l	1.468	1.287	1.286	1.321
20		b	231	-	-	-
22		b	256	-	-	-
25		b	92	-	-	-
30		b	4.145	-	-	-
35		b	32	-	-	-
40	busea	b	390	1.211	1.156	1.147
45		b	1.531	-	-	-
50	buseton	b	1.050	4.516	4.555	4.577
50	buseton	a	-	218	216	217
55		b	52	-	-	-
60		b	2.975	-	-	-
70		b	127	-	-	-
72	bus l	l	144	165	164	168
80	padron	a	335	1.101	1.290	1.310
80	padron	b	-	2.148	2.175	2.185
150	articulado	t	1.084	1.875	1.875	1.875
1.200	tren	uc	-	44	55	75
1.640	metro	u	-	33	64	140
<b>Flota efectiva HP</b>			<b>16.842</b>	<b>14.514</b>	<b>14.680</b>	<b>14.808</b>

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

**Tabla 4-4 Flota mínima requerida por modo**

Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	1 084	1 875	1 875	1 875
Alimentadores	335	1 341	1 528	1 549
Buses auxiliares	13 811	9 769	9 708	9 680
<b>SubTotal SITP</b>	<b>15 230</b>	<b>12 985</b>	<b>13 111</b>	<b>13 104</b>
Intermunicipales	1 612	1 452	1 450	1 489
Tren Cercanías	-	44	55	75
Metro	-	33	64	140
<b>Flota efectiva HP</b>	<b>16 842</b>	<b>14 514</b>	<b>14 680</b>	<b>14 808</b>
<b>Flota total</b>	<b>19 742</b>	<b>15 965</b>	<b>16 148</b>	<b>16 289</b>

21

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

La Tabla 4-5 presenta por cada modo la capacidad media de los vehículos utilizados para prestar el servicio de las distintas líneas. Con la implementación del SITP, la homogeneización del parque vehicular para la prestación de los servicios bus se acompaña de un aumento en la capacidad unitaria de los mismos.

<sup>21</sup> Para el cálculo de la flota de reserva, de acuerdo a la metodología descrita en el 3.3.4, se ha aplicado un 10% a la flota efectiva requerida. Para el año 2008, no se calcula flota de reserva pero se aplica a la flota del TPC la restricción por placa y pico (21% de la flota de buses del ámbito urbano en tráfico mixto), la flota efectiva simulada para las troncales TransMilenio siendo muy cercana a la realidad (y la flota de reserva observada casi nula).

**Tabla 4-5 Capacidad promedio de los vehículos utilizados para operar las líneas**

Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	160	150	150	150
Alimentadores	80	74	75	75
Buses auxiliares	38	49	50	50
Intermunicipales	24	25	25	25
Tren Cercanías	-	1.200	1.200	1.200
Metro	-	1.640	1.640	1.640
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>48</b>	<b>79</b>	<b>87</b>	<b>104</b>

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

### Configuración de la red de rutas

La configuración actual de la red de transporte masivo es esencialmente radial. El TPC sigue un modelo "puerta a puerta" con rutas largas presentando una superposición importante en los corredores centrales principales. La jerarquización propuesta en el proyecto SITP permite establecer clases de rutas definidas de acuerdo con las características de su capacidad (rutas de alta, media y baja capacidad) y categorías de corredores en función de requerimientos operacionales (tipología vehicular, intensidad de demanda, medidas de prioridad de circulación del transporte público, sistema de cobro y tipo de operación de los servicios: expreso o parador). La tabla resumen a continuación presenta la tipología vehicular que se basa en factores de función de ruta, sistema vial y demanda. Las transiciones de un tipo a otro pueden presentar solapes de los mismos, según el factor a evaluar.

**Tabla 4-6 Tipología de vehículos por clase de rutas del SITP**

TIPO DE RUTA EN FUNCIÓN DE LA DEMANDA	FUNCION		SISTEMA VIAL				VEHÍCULO
	Captación/ Distribución	Transporte	Arterial	Intermedia	Local	Especial	
Alta Capacidad							Articulado Biarticulado
Media Capacidad							Padrón Busetón Buseteta
Baja Capacidad							Busetón Buseteta Microbus
Baja Cap. Especial							Especial

Fuente: Diseño técnico-operacional del SITP (septiembre de 2009)

Las características de las rutas definidas para la operación del SITP se muestran en la Figura 4-4.

**Figura 4-4 Modelo conceptual del SITP**



Fuente: Diseño técnico-operacional del SITP (septiembre de 2009)

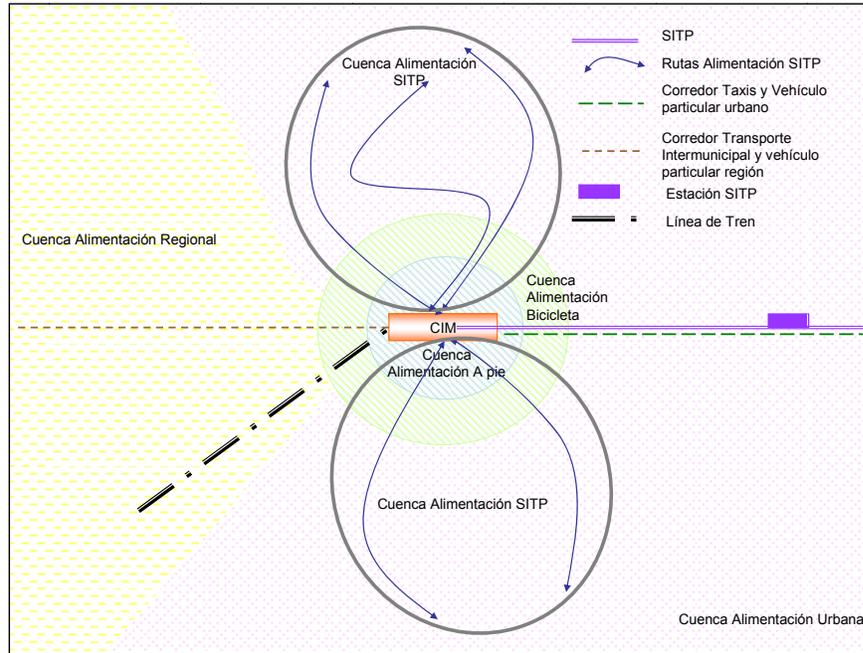
A partir del arranque de operación del SITP, los vehículos utilizados en el transporte intermunicipal de pasajeros no podrán transitar por los corredores o zonas del SITP, trátase de los carriles exclusivos o de los paralelos destinados al tráfico mixto (recorridos totales prohibidos y recorridos parciales permitidos únicamente hasta los puntos de integración y bajo las restricciones de ingreso a la ciudad determinadas por la SDM).

Los criterios que han sido utilizados como premisas en la elaboración de alternativas para la Red de Metro son los siguientes:

- NO utilizar preferiblemente los corredores ocupados por las Rutas de TransMilenio en operación o en construcción (Fases 1, 2 y 3 de TM).
- Los trazados de las alternativas de redes de metro a proponer deberán interceptar las rutas de TransMilenio ya sea en los puntos inicio, de confluencia entre líneas o durante sus trayectos, a fin de disponer de la mayor cantidad posible de estaciones de transferencia entre ambos modos: Metro-TransMilenio.
- Los trazados de las alternativas de redes de metro a proponer deberán coexistir con los terminales de llegada de Cercanías, al Norte y al Oeste (Ferrocaril de Occidente), a fin de disponer de un mínimo de dos estaciones de transferencia entre ambos modos: Metro-Cercanías.
- Las líneas de metro que conformen la red deberán contar entre sí de al menos un punto de correspondencia entre líneas, con el consecuente incremento de la flexibilidad y cobertura de la red.
- Las propuestas de red de metro deberán contemplar en algún momento de su desarrollo la interconexión de los nuevos poli-centros de desarrollo urbano contemplados, mediante líneas que los comuniquen directamente.
- Los trazados de las líneas que conformen la red de metro deberán alinearse con los ejes de los corredores viales principales a fin de facilitar su inserción urbana y los procesos constructivos.

El concepto de los puntos de intercambio se plantea según el esquema presentado a continuación.

**Figura 4-5 Esquema de Cuencas y Corredores de un Intercambiador Modal**



Fuente: Consultoría para la Fase I del Plan de Intercambiadores Modales – Informe 2 (2007) [a partir de esquemas de Station Plaza Planning Guideline, Japan International Cooperation Agency, 2005]

**Oferta agregada por modo**

**Tabla 4-7 Número de líneas por modo<sup>22</sup>**

Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	65	125	125	125
Alimentadores	96	256	300	300
Buses auxiliares	783	580	571	564
Intermunicipales	79	68	68	68
Tren Cercanías	-	6	6	6
Metro	-	2	4	8
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>1.023</b>	<b>1.037</b>	<b>1.074</b>	<b>1.071</b>

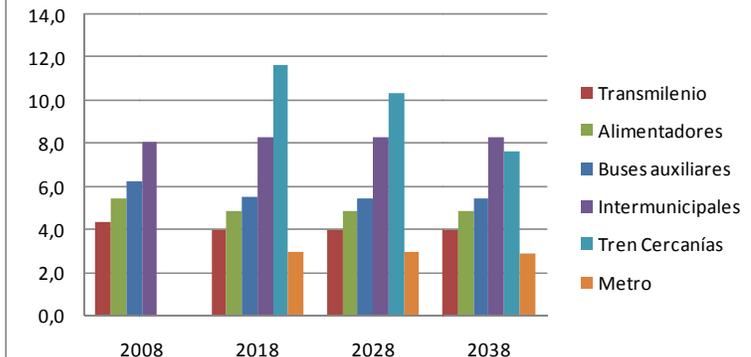
Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

<sup>22</sup> Las líneas contabilizan cada sentido de las rutas de transporte público.

**Tabla 4-8 Intervalos de paso programados durante hora punta**

Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	4,4	4,0	4,0	4,0
Alimentadores	5,5	4,9	4,9	4,9
Buses auxiliares	6,3	5,5	5,5	5,5
Intermunicipales	8,1	8,3	8,3	8,3
Tren Cercanías	-	11,7	10,3	7,7
Metro	-	3,0	3,0	2,9
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>6,2</b>	<b>5,4</b>	<b>5,4</b>	<b>5,3</b>

**Intervalo promedio de paso por línea (min)**

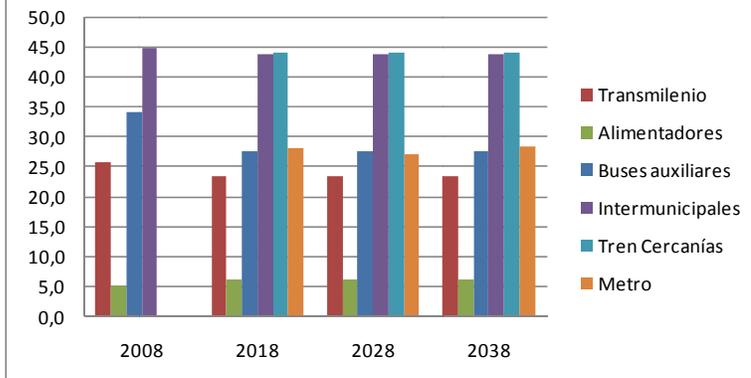


Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

**Tabla 4-9 Longitud promedio de Líneas**

Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	25,79	23,47	23,47	23,47
Alimentadores	5,16	6,34	6,20	6,20
Buses auxiliares	34,12	27,49	27,58	27,58
Intermunicipales	44,80	43,63	43,63	43,63
Tren Cercanías	-	43,97	43,97	43,97
Metro	-	28,05	27,02	28,48
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>31,70</b>	<b>22,94</b>	<b>22,23</b>	<b>22,23</b>

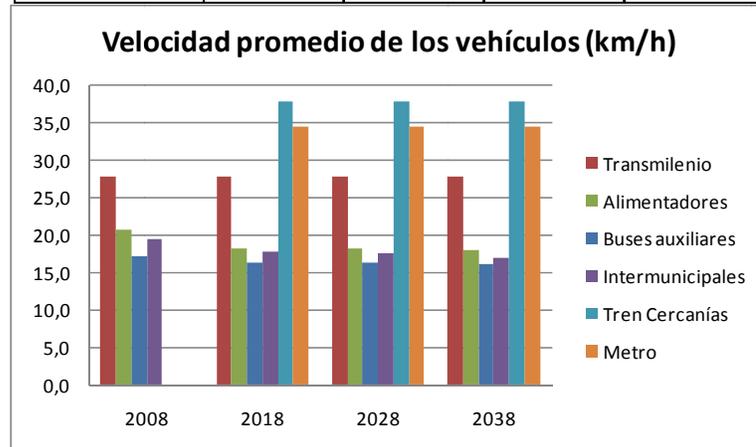
**Longitud promedio de las líneas (km)**



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

**Tabla 4-10 Velocidad comercial de líneas**

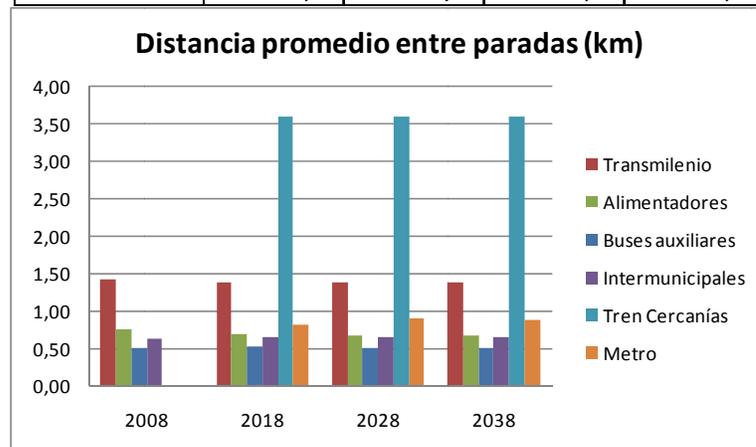
Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	27,8	27,8	27,8	27,8
Alimentadores	20,7	18,2	18,2	18,0
Buses auxiliares	17,1	16,4	16,3	16,2
Intermunicipales	19,4	17,8	17,7	16,9
Tren Cercanías	-	37,9	37,9	37,9
Metro	-	34,5	34,6	34,6
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>17,8</b>	<b>17,7</b>	<b>17,7</b>	<b>17,5</b>



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

**Tabla 4-11 Distancia media entre puntos de parada**

Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	1,43	1,38	1,38	1,38
Alimentadores	0,76	0,70	0,66	0,66
Buses auxiliares	0,51	0,52	0,51	0,51
Intermunicipales	0,62	0,65	0,65	0,65
Tren Cercanías	-	3,61	3,61	3,61
Metro	-	0,82	0,90	0,89
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>0,54</b>	<b>0,59</b>	<b>0,59</b>	<b>0,59</b>

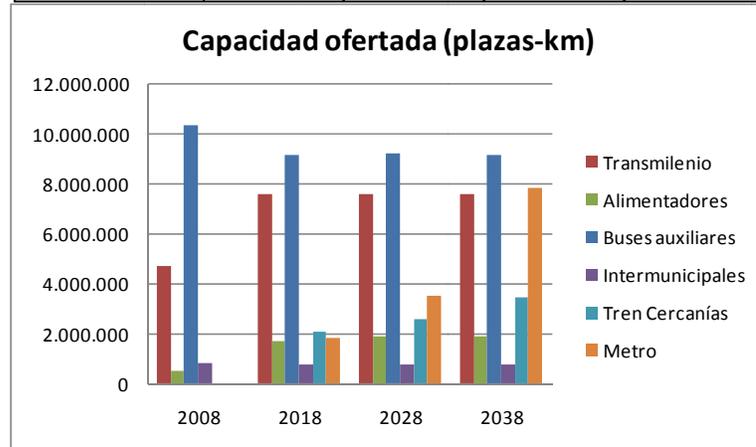


Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

Cabe destacar que las distancias indicadas en la tabla anterior representan las longitudes medias entre puntos de paradas servidos y no entre estaciones. Dicha información proviene del grafo de la oferta de transporte público (informe Tsegs) que permite identificar cuántas paradas efectivas hay por línea. En el caso de TransMilenio, hay solo 4 servicios corrientes que paren en todas estaciones y el resto son servicios expresos que sirven mucho menos estaciones.

**Tabla 4-12 Capacidad total ofrecida (plazas-km)**

Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	4.721.494	7.623.941	7.623.941	7.623.941
Alimentadores	478.206	1.688.291	1.915.628	1.915.628
Buses auxiliares	10.362.236	9.189.028	9.215.108	9.167.743
Intermunicipales	818.732	730.291	730.291	730.291
Tren Cercanías	-	2.056.880	2.581.680	3.483.840
Metro	-	1.840.080	3.544.368	7.835.314
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>16.380.667</b>	<b>23.128.511</b>	<b>25.611.017</b>	<b>30.756.758</b>



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

### **Ingresos usuarios**

Las tarifas actuales son planas dentro del sistema TransMilenio (alimentación + troncal), y se establecen en función de la antigüedad del vehículo para el resto del TPC o en función de la distancia para rutas intermunicipales.

Las tarifas contempladas a efectos de la simulación de los escenarios futuros (establecidas para la etapa 2 de la presente consultoría) corresponden al modelo tarifario del SITP desarrollado en los estudios técnicos del año 2009 y establecidos en el decreto 309, tomando como hipótesis que no se aplica ninguna tarifa adicional por trasbordo entre modos masivos<sup>23</sup>. En este modelo, los servicios interurbanos sólo presentan servicios de conexión con otros modos complementarios en el ámbito urbano de Bogotá, por lo que su tarifa básica no se ha considerado, únicamente se ha tenido en cuenta la de conexión con el resto de modos. La integración tarifaria propuesta en el SITP considera una ventana de tiempo de 75 minutos para cambiar de modo de transporte con los pagos adicionales establecidos. Una vez superada esta ventana de tiempo, se deberá cancelar la tarifa entera del modo que se desee utilizar, ya que se considera que se ha iniciado un nuevo viaje.

<sup>23</sup> Los modos masivos son troncales TransMilenio, Metro, Tren de Cercanías

**Tabla 4-13. Tarifas aplicadas para el cálculo de indicadores**

Modo	Alimentadora	Auxiliar	Troncal TM	Metro/Ferrovionario	Interurbano
Peatón	\$ 1.100	\$ 1.300	\$ 1.600	\$ 1.600	\$ -
Alimentadora	\$ 500	\$ 500	\$ 500	\$ 500	\$ -
Auxiliar	\$ 300	\$ 800	\$ 800	\$ 800	\$ -
Troncal TM	\$ -	\$ 500	\$ -	\$ -	\$ -
Ferrovionario	\$ -	\$ 500	\$ -	\$ -	\$ -
Interurbano	\$ 1.100	\$ 1.300	\$ 1.600	\$ 1.600	\$ -

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

Cabe señalar que la definición y la formulación de la tarifa técnica del sistema incluyendo el metro, la definición de la tarifa al usuario y los criterios para su fijación se establecerán en los productos relativos a la estructuración tarifaria y financiera (producto N° 30 previsto en la etapa 3 y producto N° 38 previsto en la etapa 4 de la presente consultoría).

Actualmente, el recaudo se hace directamente por el conductor de los buses del TPC. El recaudo del sistema TransMilenio se hace bajo diferentes modalidades de prepago y permite la integración con las rutas alimentadoras.

El sistema proyectado para el recaudo del SITP (subsistema del SIRCI) será un sistema centralizado integrando todos modos urbanos y generalizará el uso de las tarjetas inteligentes sin contacto TISC.

### **Información al usuario**

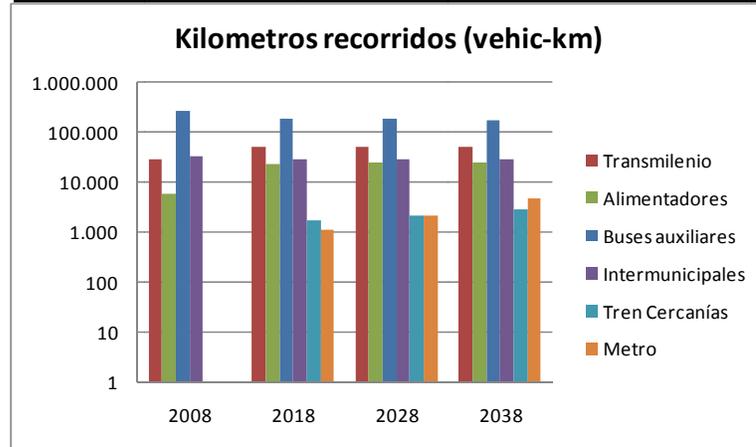
Actualmente la información al usuario es casi inexistente en el sistema TPC, basándose en información informal de boca a boca. El sistema TransMilenio beneficia de información estática (planos, horarios, indicaciones sobre servicios) y dinámica (tiempo de demora del próximo bus) en estaciones, a bordo de los buses troncales (dispositivos de anuncio de la próxima parada) y en internet.

El SIRCI proyectado para el SITP recogerá las disposiciones existentes del sistema TransMilenio para extenderlas a toda la red troncal. La red del flexible complementario beneficiará de la información mínima en los paraderos. Se prevé además la implantación de dispositivos transversales (generalización de la información estática y dinámica sobre internet y call center).

## Operación

**Tabla 4-14 Producción hora punta (vehículos-km)**

Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	29.509	50.826	50.826	50.826
Alimentadores	5.978	22.675	25.516	25.516
Buses auxiliares	273.872	185.191	183.923	182.223
Intermunicipales	32.907	28.252	28.252	28.252
Tren Cercanías	-	1.714	2.151	2.903
Metro	-	1.122	2.161	4.778
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>342.266</b>	<b>289.780</b>	<b>292.830</b>	<b>294.499</b>



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

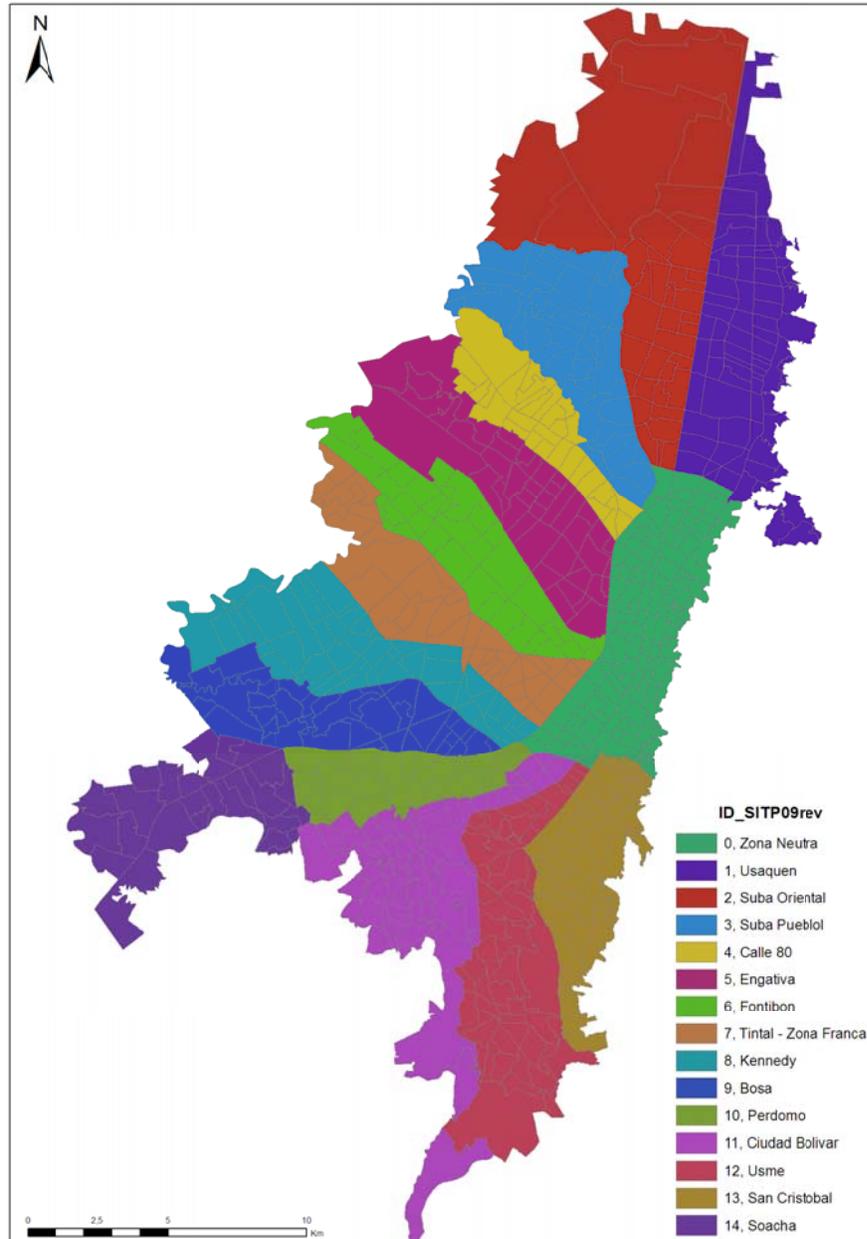
A partir de la implantación del SITP, el número de operadores de buses colectivos se reduce a 13 en el ámbito del Distrito Capital, contra 78 empresas de transporte actualmente autorizadas de acuerdo con la reglamentación existente. La Figura 4-6 presenta la zonificación para la delegación del SITP (13 zonas operacionales y una zona neutra Centro Expandido no delegada), agregando un código de zona para Soacha. Algunas de estas zonas tendrán incorporada la flota troncal correspondiente a la operación de la Fase 3 de TransMilenio. Los concesionarios troncales (7) y alimentadores (6) de las fases 1 y 2 de TransMilenio se mantendrán hasta expiración de sus contratos. Cabe resaltar la imposibilidad de determinar de manera precisa la fecha de terminación de algunos de estos contratos (asociados a la duración de la vida útil de los vehículos).

La reserva de la flota troncal respecto a la necesaria para operar durante el período pico está actualmente muy baja (<2%). Esa limitación de flota reduce la flexibilidad y la regularidad en la operación. Los pocos retornos operacionales sobre corredores troncales dificultan la posibilidad de establecer servicios parciales para atender una intensidad localizada de demanda.

Respecto a la flota utilizada para prestar el servicio TPC, los bajos niveles de control del mantenimiento de las unidades conlleva a una baja confiabilidad del sistema.

El subsistema de gestión y control de flota proyectado con la implementación del SIRCI agrupará los 2 redes de autobuses (TransMilenio y flexible complementario, el cual operará de forma zonal).

**Figura 4-6 Zonificación operacional propuesta para el SITP  
(correspondencia con las zonas de transporte del modelo del ámbito desagregado)**



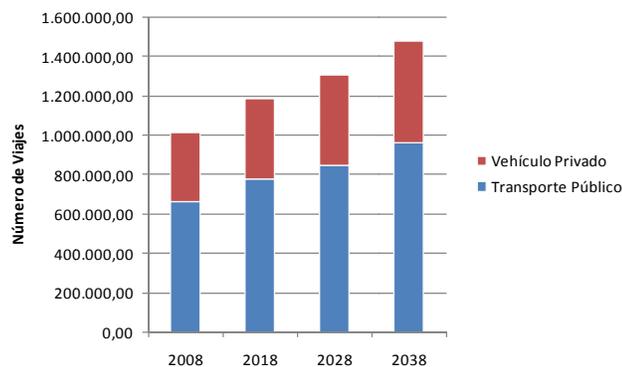
Fuente: Elaboración propia a partir del Diseño técnico-operacional del SITP, septiembre de 2009

### 4.1.3 Indicadores de uso y movilidad

#### Características de la demanda global

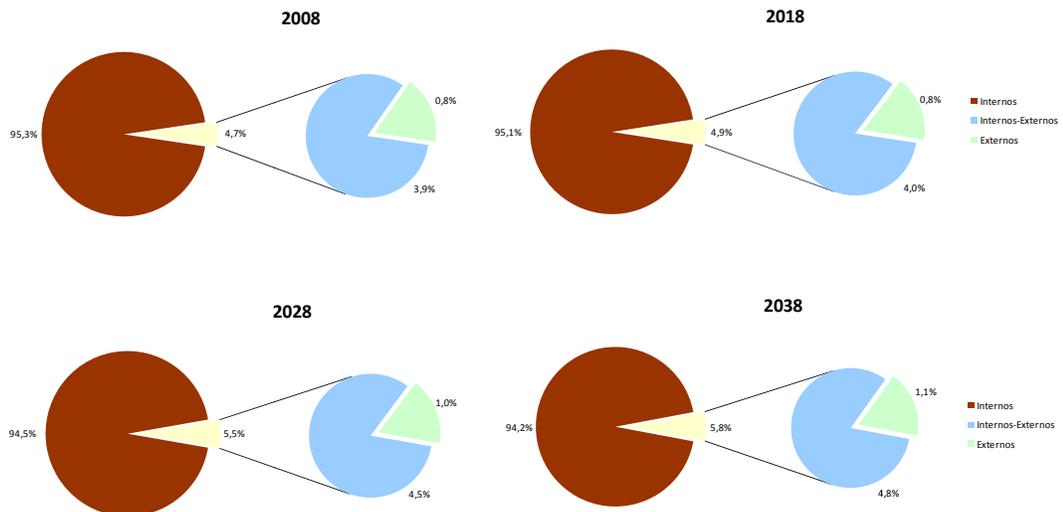
Tabla 4-15 Demanda total de viajeros

	Viajes 2008	2018		2028		2038	
		Viajes	% Variación 2008-2018	Viajes	% Variación 2008-2028	Viajes	% Variación 2008-2038
Vehículo Privado	347.657	411.990	19%	460.733	33%	520.311	50%
Transporte Público	667.320	779.723	17%	847.887	27%	962.889	44%
<b>TOTAL</b>	<b>1.014.976</b>	<b>1.191.712</b>	<b>17%</b>	<b>1.308.621</b>	<b>29%</b>	<b>1.483.200</b>	<b>46%</b>



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

Figura 4-7 Distribución geográfica de los viajes totales<sup>24</sup>

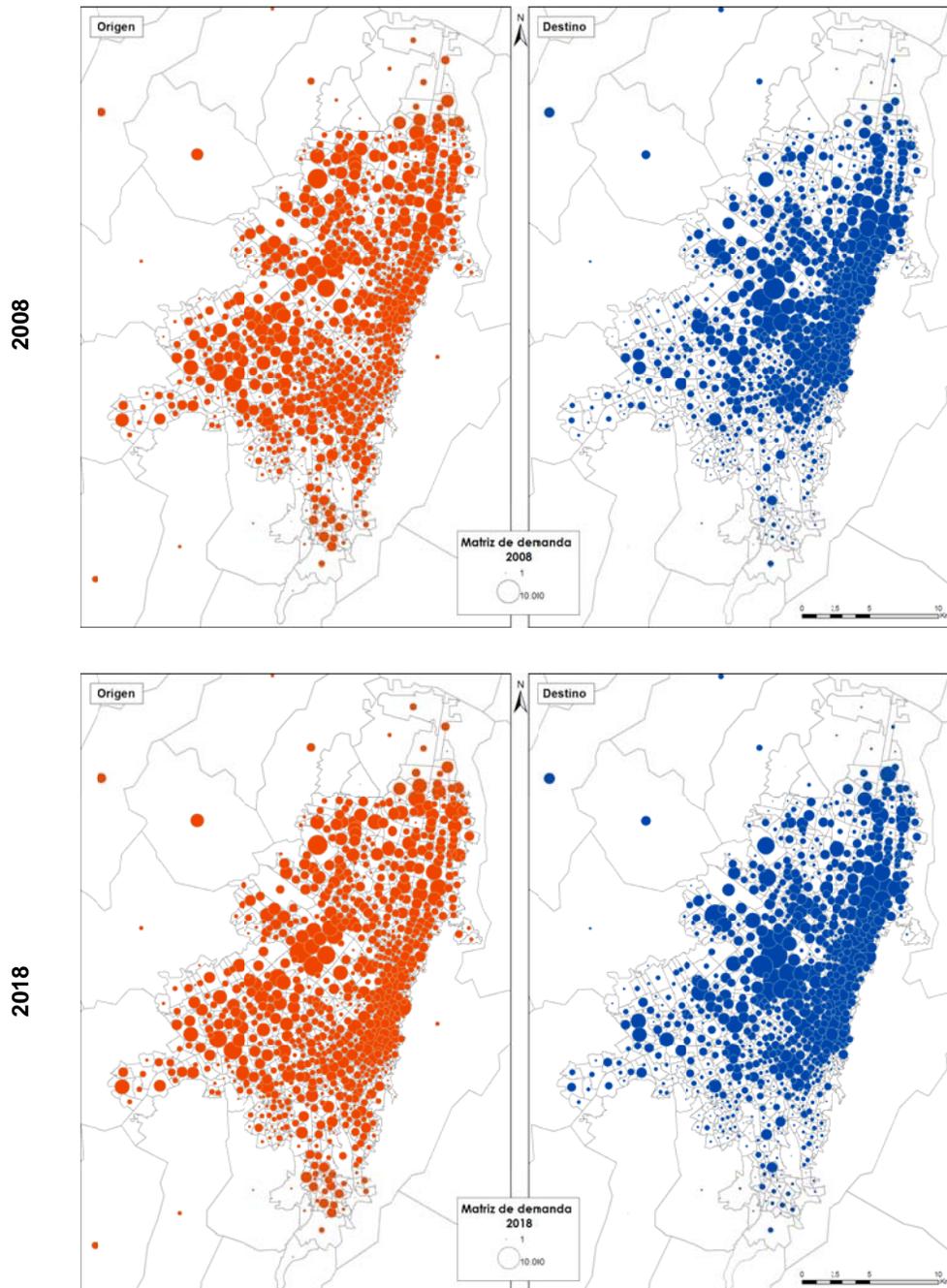


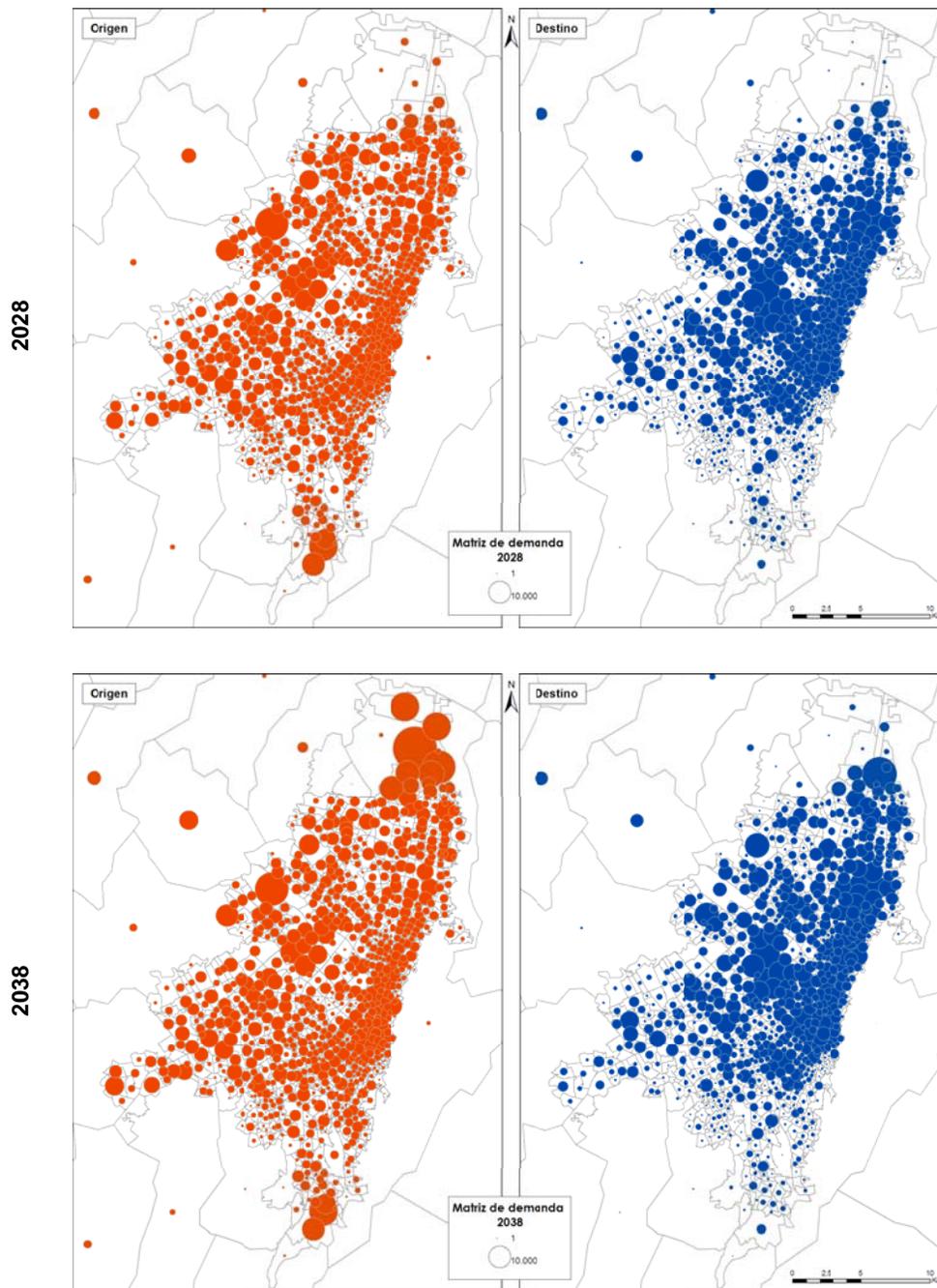
Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

<sup>24</sup> Se analiza la movilidad según tres tipos de relaciones: la primera hace referencia a los viajes de carácter interno (con pares OD en zonas de transporte del perímetro urbano correspondiente a los municipios de Bogotá D.C y Soacha), la segunda representa los viajes que tienen Origen en dichos municipios y Destino en el resto y al revés (Interno-Externo) y por último las relaciones de carácter externo (con pares OD en el resto de municipios).

Los siguientes mapas ilustran los viajes emitidos y atraídos por zona en cada uno de los escenarios contemplados.

**Figura 4-8 Generación y atracción de los viajes totales por zona de transporte**

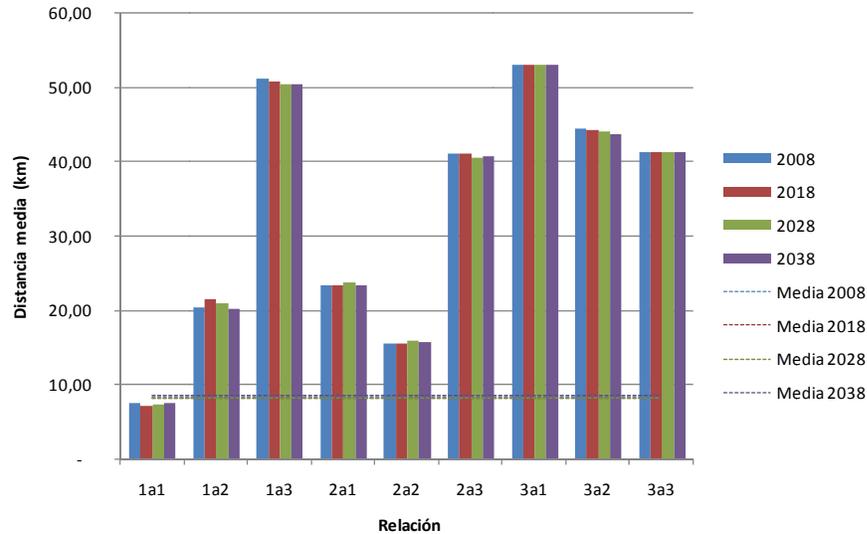




Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

Los patrones de movilidad en los años considerados resultan en una distancia promedio que queda reflejada en la Figura 4-9 a continuación.

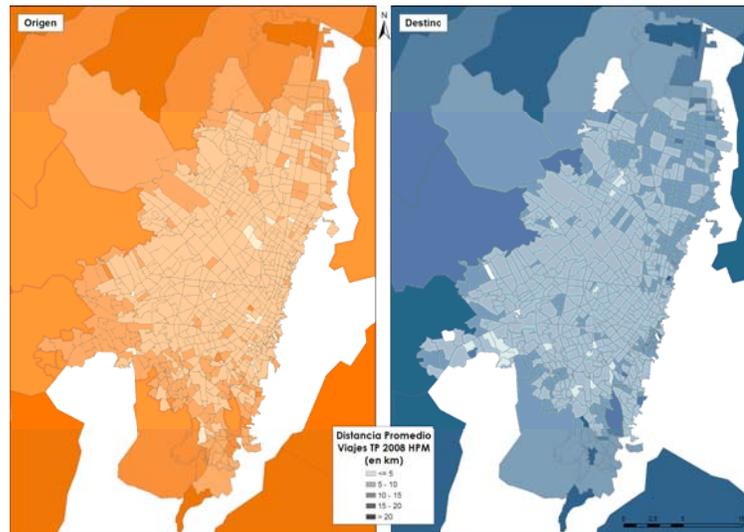
**Figura 4-9 Distancia media de flujos (todos viajes) según tipo de relación <sup>25</sup>**



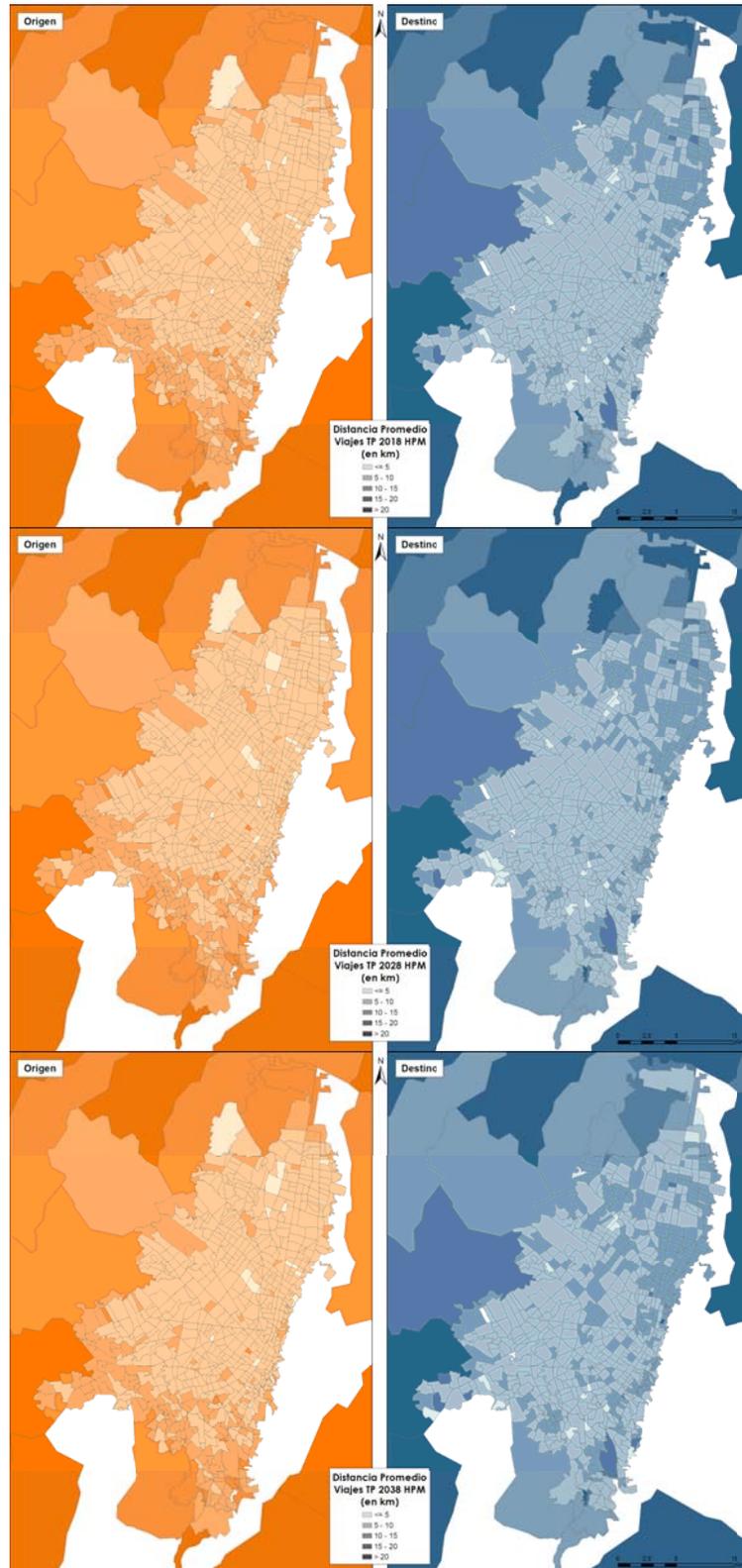
Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

La Figura 4-10 representa para cada zona de transporte las distancias medias de los flujos en transporte público, calculando en origen desde cada zona la distancia hacia todas otras y en destinación desde todas hacia cada una, y ponderando las distancias obtenidas por los flujos correspondientes entre zonas.

**Figura 4-10 Distancia media de flujos (en Transporte Público) a partir y a destinación de las zonas de transporte**



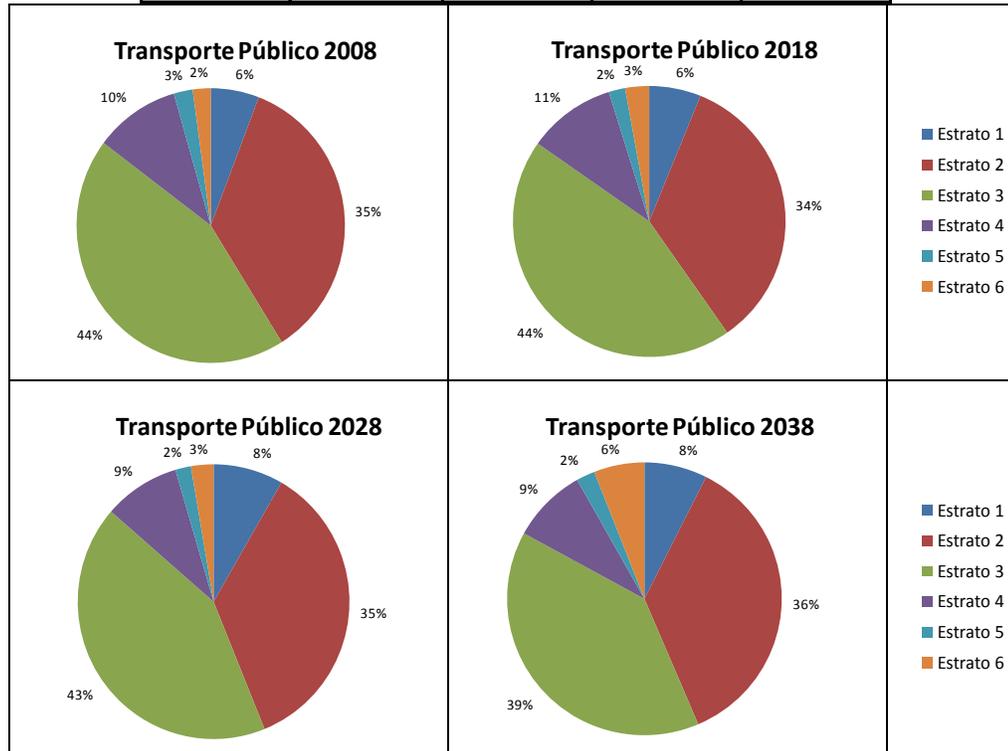
<sup>25</sup> Se ha realizado una codificación de las zonas de forma que **1** es el ámbito desagregado de Bogotá D.C y Soacha (o ámbito interno correspondiente al perímetro urbano); **2** los 17 Municipios aledaños; y **3** el Resto de Municipios de Cundinamarca. Se considera la distancia euclidiana entre los centroides de las zonas de transporte, ponderada por los flujos obtenidos en las matrices.



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

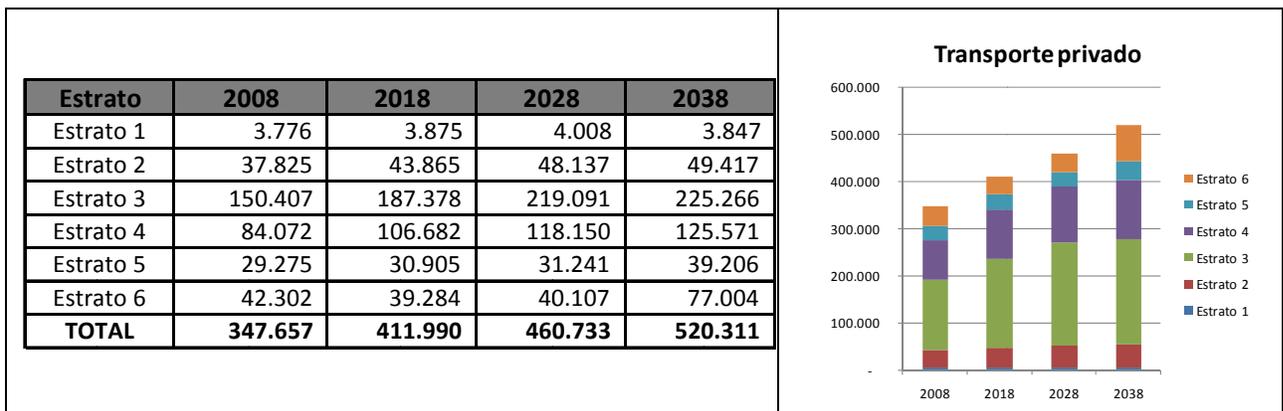
**Tabla 4-16 Viajes en Transporte Público por estrato socioeconómico**

Estrato	2008	2018	2028	2038
Estrato 1	39.020	47.736	70.749	71.490
Estrato 2	235.204	266.480	301.003	348.069
Estrato 3	294.654	346.592	360.488	379.417
Estrato 4	68.644	81.505	77.135	85.501
Estrato 5	15.327	15.220	15.716	21.126
Estrato 6	14.470	22.190	22.796	57.286
<b>TOTAL</b>	<b>667.320</b>	<b>779.723</b>	<b>847.887</b>	<b>962.889</b>



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

**Tabla 4-17 Viajes en Vehículo Privado por estrato socioeconómico**



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

### Características de viajes en Transporte Público

Los resultados presentados a continuación corresponden a las simulaciones realizadas asignando las matrices anteriores a los escenarios de oferta de los respectivos años contemplados. La asignación se basa en la evaluación de las estrategias de viaje entre zonas de origen y zonas de destino para grupos homogéneos de usuarios. La estrategia de viaje depende de la combinación de los tiempos involucrados en el viaje de los usuarios (tiempo de caminata, de espera, de abordaje y tiempo embarcado) y costo monetario de la tarifa convertido en tiempo mediante el Valor Subjetivo del Tiempo, desde el origen del viaje hasta el destino final. La ponderación de los distintos tiempos de diferentes modos se agrega en el costo generalizado del viaje.

Los componentes de tiempos medios para los viajes en transporte público de los grupos socioeconómicos agregados (estratos 1, 2, 3 y estratos 4, 5, 6 respectivamente) se muestran en la Tabla 4-18, y los valores ponderados y agregados (en el costo generalizado promedio) se detallan para cada escenario en la Tabla 4-20. La Tabla 4-19 presenta las distancias medias recorridas mediante cada modo de transporte público.

**Tabla 4-18 Tiempos desagregados promedios en transporte público**

Tiempo de caminata (en min)				
Año	2008	2018	2028	2038
Tiempo de caminata Est 1-2-3	11,2	21,6	22,3	22,7
Tiempo de caminata Est 4-5-6	9,6	14,5	14,7	16,7
<b>Tiempo de caminata</b>	<b>11,0</b>	<b>20,5</b>	<b>21,3</b>	<b>21,7</b>

Tiempo de espera (en min)				
Año	2008	2018	2028	2038
Tiempo de espera Est 1-2-3	1,8	2,0	2,2	2,2
Tiempo de espera Est 4-5-6	1,4	1,9	1,9	2,1
<b>Tiempo de espera</b>	<b>1,7</b>	<b>2,0</b>	<b>2,2</b>	<b>2,2</b>

Tiempo en Vehículo (en min)				
Año	2008	2018	2028	2038
Tiempo en Vehículo Est 1-2-3	32,5	29,3	29,3	28,4
Tiempo en Vehículo Est 4-5-6	28,1	22,2	20,3	22,3
<b>Tiempo en Vehículo</b>	<b>31,8</b>	<b>28,2</b>	<b>28,1</b>	<b>27,3</b>

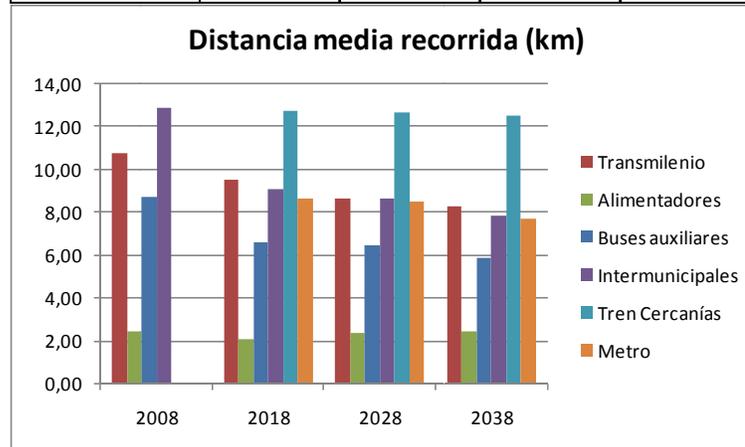
Tiempo de Abordaje (en min)				
Año	2008	2018	2028	2038
Tiempo de Abordaje Est 1-2-3	20,5	1,6	1,6	1,7
Tiempo de Abordaje Est 4-5-6	11,8	0,2	0,2	0,3
<b>Tiempo de Abordaje</b>	<b>19,2</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

<sup>26</sup> Los tiempos de abordaje en el escenario 2008 representan el pago de la tarifa convertida en tiempo; a partir del escenario 2018, los tiempos de abordaje están diferenciados para cada modo de origen y destino (como una matriz) y para un total de 9 tipos de estaciones, según la facilidad física de transferencia entre líneas.

**Tabla 4-19 Distancia promedio de los pasajeros en cada modo**

Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	10,80	9,51	8,64	8,29
Alimentadores	2,42	2,05	2,33	2,44
Buses auxiliares	8,74	6,62	6,47	5,90
Intermunicipales	12,93	9,07	8,66	7,85
Tren Cercanías	-	12,72	12,71	12,56
Metro	-	8,64	8,50	7,73
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>8,82</b>	<b>6,67</b>	<b>6,50</b>	<b>6,18</b>



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

**Tabla 4-20 Costo generalizado promedio (en min) resultante de una ponderación de los tiempos de viaje y pago de tarifa**

Coste generalizado TP (en min)				
Año	2008	2018	2028	2038
Coste generalizado TP Est 1-2-3	78,5	77,5	79,3	79,2
Coste generalizado TP Est 4-5-6	61,8	55,0	53,5	59,9
<b>Coste generalizado TP</b>	<b>76,0</b>	<b>74,1</b>	<b>75,8</b>	<b>75,9</b>

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

El número medio de transbordos necesarios en función de las estrategias de viaje entre zonas de origen y zonas de destino se estima mediante los resultados presentados en la Tabla 4-21.

**Tabla 4-21 Número medio de abordajes por viaje en transporte público<sup>27</sup>**

Promedio de Abordajes				
Año	2008	2018	2028	2038
Abordajes Est 1-2-3	1,25	1,61	1,69	1,80
Abordajes Est 4-5-6	1,29	1,59	1,64	1,85
<b>Abordajes</b>	<b>1,25</b>	<b>1,60</b>	<b>1,68</b>	<b>1,81</b>

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

<sup>27</sup> El número de transbordos ocurridos en los viajes corresponde al número de abordajes – 1.

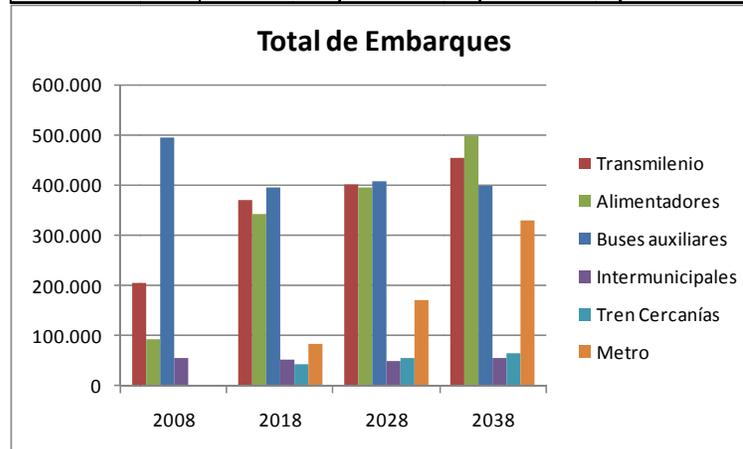
### Tráfico por modo de transporte público

Los resultados de las simulaciones en cuanto al uso por modo arrojan los totales presentados a continuación.

Es importante aclarar que los embarques por modo representan el número de veces que un usuario usa líneas dentro de un modo, sin distinguir la proveniencia del usuario (en transferencia desde otra línea de transporte, ó desde la calle). El total de embarques difiere entonces del total de viajes, puesto que un viaje se compone generalmente por el uso de más de una línea. En particular en el sistema “tronco-alimentado” vigente en Bogotá, el uso de un alimentador se complementa por el uso de otros modos troncales, en la mayoría de los casos.

**Tabla 4-22 Embarques totales por modo (hora pica)**

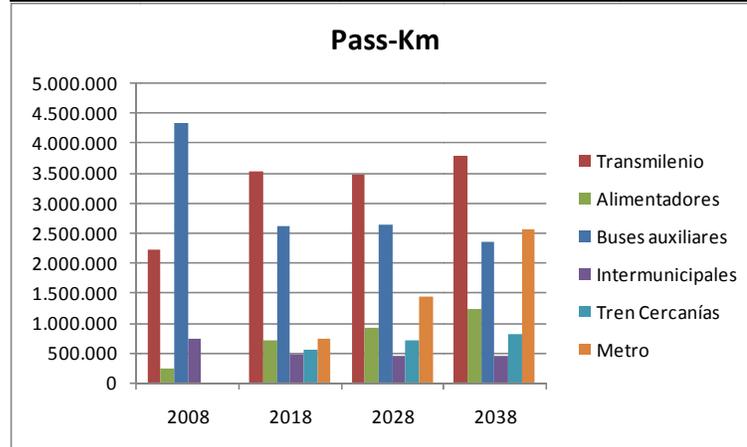
Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	204.660	369.390	401.069	454.333
Alimentadores	93.567	341.928	393.796	497.537
Buses auxiliares	494.522	395.246	407.226	397.008
Intermunicipales	55.728	52.044	51.266	57.034
Tren Cercanías	-	42.857	55.904	64.959
Metro	-	84.569	169.895	328.836
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>848.477</b>	<b>1.286.034</b>	<b>1.479.156</b>	<b>1.799.707</b>



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

**Tabla 4-23 Pasajeros-km durante hora pica**

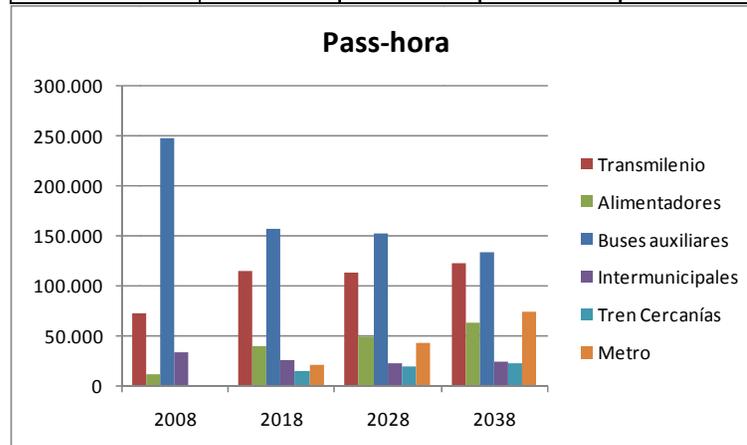
Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	2.209.743	3.511.631	3.466.524	3.767.187
Alimentadores	226.780	702.577	916.993	1.212.756
Buses auxiliares	4.324.051	2.616.660	2.634.087	2.341.555
Intermunicipales	720.410	472.184	444.207	447.746
Tren Cercanías	-	545.060	710.569	815.811
Metro	-	730.358	1.444.037	2.541.847
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>7.480.984</b>	<b>8.578.470</b>	<b>9.616.416</b>	<b>11.126.902</b>



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

**Tabla 4-24 Pasajeros-hora durante hora pica**

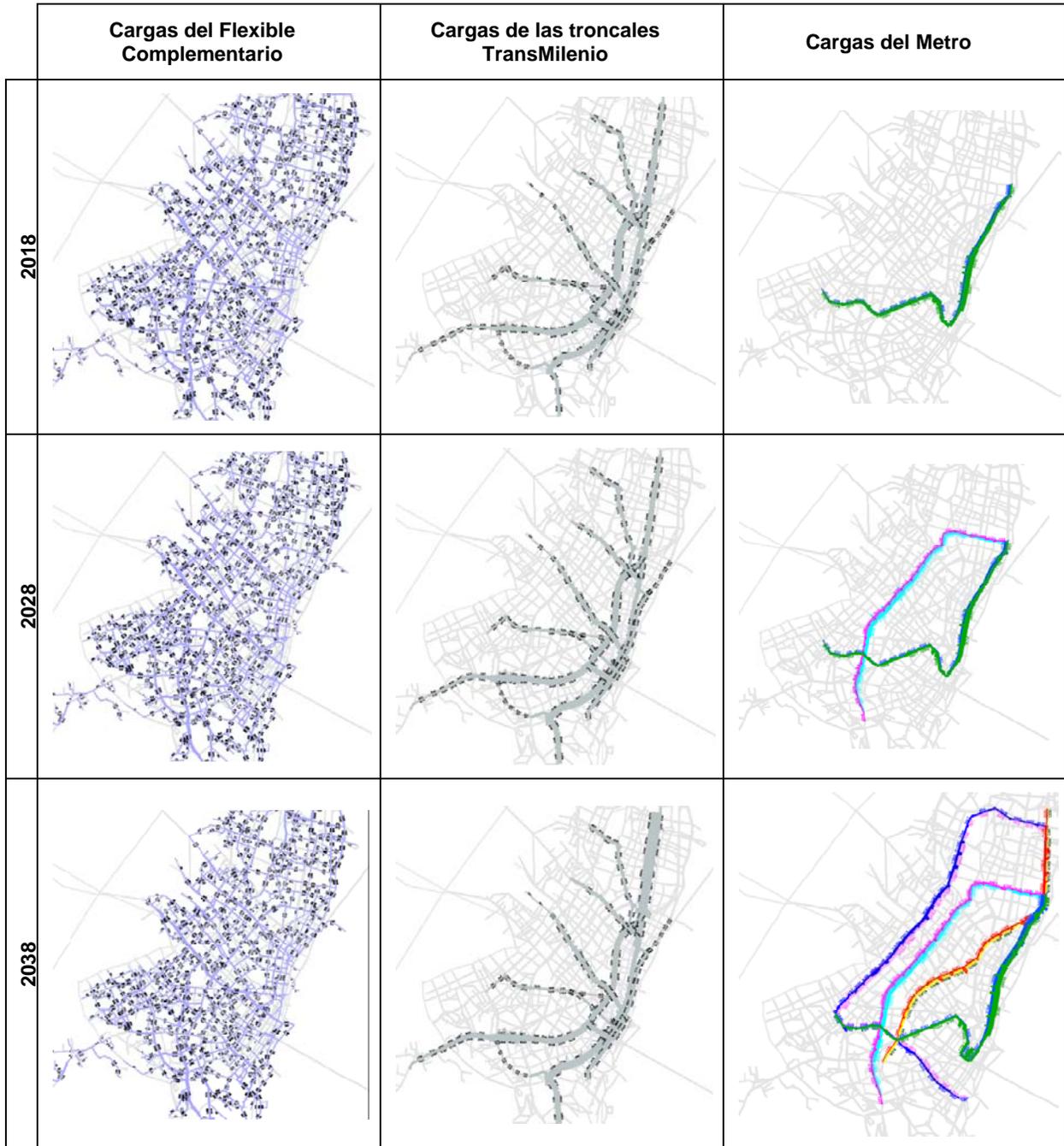
Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	72.464	115.333	113.579	122.948
Alimentadores	11.228	38.558	48.692	62.642
Buses auxiliares	247.582	156.713	152.120	133.281
Intermunicipales	32.277	24.967	22.589	23.998
Tren Cercanías	-	14.397	18.762	21.538
Metro	-	21.161	41.788	73.546
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>363.552</b>	<b>371.128</b>	<b>397.530</b>	<b>437.953</b>



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

Los mapas presentados en la Figura 4-11 indican los volúmenes de carga obtenidos sobre las distintas redes de modo de transporte público urbano.

**Figura 4-11 Intensidad sobre redes de modos urbanos**



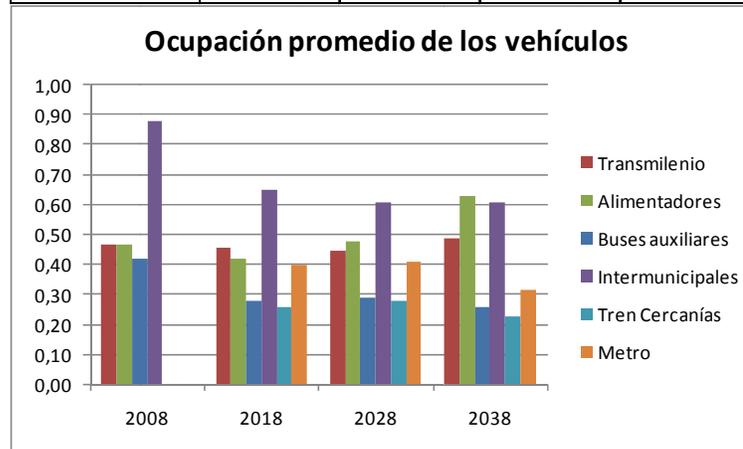
Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

#### 4.1.4 Indicadores de calidad, eficacia y eficiencia

##### Eficacia

Tabla 4-25 Índice de ocupación por vehículo (pax-km / plazas-km)

Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	0,47	0,46	0,45	0,49
Alimentadores	0,47	0,42	0,48	0,63
Buses auxiliares	0,42	0,28	0,29	0,26
Intermunicipales	0,88	0,65	0,61	0,61
Tren Cercanías	-	0,26	0,28	0,23
Metro	-	0,40	0,41	0,32
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>0,46</b>	<b>0,37</b>	<b>0,38</b>	<b>0,36</b>



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

El índice de ocupación promedio corresponde al promedio (ponderado por longitud) de la ocupación de cada segmento de línea. En otras palabras, es el cociente entre los pasajeros-km sobre todas plazas-km ofrecidas (longitud de línea por capacidad vehicular por frecuencia, o vehículos-km por capacidad vehicular que es lo mismo). Hay que resaltar que existen tramos de líneas con una ocupación muy por debajo de la capacidad ofrecida, por lo cual el promedio sobre toda la red resulta bajo.

El promedio de la ocupación observada sobre el tramo crítico de cada ruta se presenta mediante la tabla 4-29, la cual recoge los niveles de servicio encontrados en los tramos críticos de las líneas.

**Figura 4-12 Concentración de rutas sobre infraestructuras (número promedio de líneas por arco)**

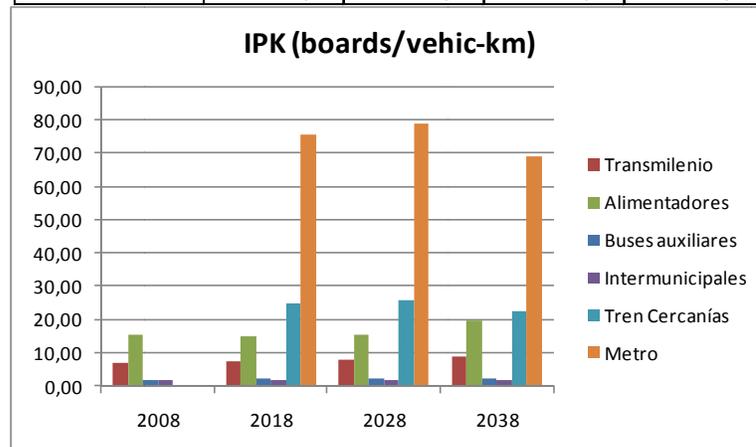
Tipo de vía	2008	2018	2028	2038
Carretera de peaje interurbana	1,6	1,5	1,5	1,5
Carretera libre interurbana	1,6	1,3	1,3	1,3
Centrales de ejes principales	37,5	20,1	17,1	16,8
Laterales de ejes principales	1,9	1,8	1,8	1,8
Intercambiador central-lateral	1,8	1,7	1,7	1,7
Vías primarias de 1 sentido de circulación	35,9	12,5	13,7	13,1
Vías primarias de 2 sentidos de circulación	23,6	9,7	9,5	9,4
Vías secundarias	11,9	5,6	5,5	5,4
Vías locales	8,2	4,3	4,3	4,2
Carriles segregados TransMilenio	9,9	11,4	11,4	11,4
Infraestructura ferroviaria	-	1,5	1,5	1,5
Infraestructura metro	-	1,0	1,0	1,1

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

## Eficiencia

**Tabla 4-26 Índice de pasajeros transportados por km recorrido (IPK)**

Modo	2008	2018	2028	2038
Transmilenio	6,94	7,27	7,89	8,94
Alimentadores	15,65	15,08	15,43	19,50
Buses auxiliares	1,81	2,13	2,21	2,18
Intermunicipales	1,69	1,84	1,81	2,02
Tren Cercanías	-	25,00	25,98	22,37
Metro	-	75,37	78,61	68,83
<b>TOTAL RED TP</b>	<b>2,48</b>	<b>4,44</b>	<b>5,05</b>	<b>6,11</b>



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

Los costos presentados en la Tabla 4-28 para los modos de transporte público urbano se estimaron según los costos unitarios presentados en la metodología descrita en el 3.3.4 y aplicados a los resultados de las simulaciones en cuanto a producción anual y flota total. Cabe recordar que incluyen los costos fijos y las amortizaciones de material móvil.

**Tabla 4-27 Producción anual y flota total necesaria por tipo de vehículo de transporte público urbano**

VK anuales	2008	2018	2028	2038
Troncales TM	82.207.911	141.593.199	141.593.199	141.593.199
Alimentadores TM	27.992.594	106.183.643	119.491.237	119.491.237
Bus TPC	366.073.042	243.089.029	238.890.029	238.890.029
Buseta TPC	239.308.118	141.116.839	140.105.107	137.541.259
Microbus TPC	406.820.776	333.008.035	335.750.930	331.390.311
Metro	-	2.917.200	5.619.120	12.421.840

Flota total	2008	2018	2028	2038
Troncales TM	1 084	2 063	2 063	2 063
Alimentadores TM	335	1 476	1 681	1 704
Bus TPC	6 940	7 331	7 403	7 439
Buseta TPC	5 638	1 333	1 272	1 262
Microbus TPC	4 135	2 084	2 005	1 949
Metro	-	37	71	154

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

**Tabla 4-28 Costos internos anuales de operación y mantenimiento**

Pesos 2009	2008	2018	2028	2038
Costos operación troncal	469 295 155 194	846 846 171 918	846 846 171 918	846 846 171 918
Costos operación alimentación	82 782 451 641	327 986 635 301	370 454 463 505	372 019 893 270
Costos operación bus TPC	888 247 778 382	678 967 440 013	673 742 162 758	674 920 740 426
Costos operación buseta TPC	476 316 451 673	219 168 378 799	216 003 152 872	212 461 781 004
Costos operación microbus TPC	525 643 752 658	398 458 669 702	399 388 688 576	393 468 819 785
Costos operación Metro	-	238 818 865 085	460 013 664 190	1 016 923 670 323
<b>Costos internos de operación</b>	<b>2 442 285 589 548</b>	<b>2 710 246 160 818</b>	<b>2 966 448 303 819</b>	<b>3 516 641 076 726</b>

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

**Calidad del servicio percibida por el usuario directo (“experiencia de transporte” del usuario)**

La Tabla 4-29 presenta para los modos urbanos los niveles de servicio encontrados en el tramo crítico de cada línea.

**Tabla 4-29 Distribución de las líneas de los modos urbanos en función del nivel de servicio encontrado en su tramo crítico (en cada sentido)**

Transmilenio	2008		2018		2028		2038	
Nivel A	7	11%	28	22%	30	24%	28	22%
Nivel B	13	20%	21	17%	19	15%	14	11%
Nivel C	9	14%	17	14%	18	14%	21	17%
Nivel D	12	18%	14	11%	17	14%	14	11%
Nivel E	10	15%	14	11%	9	7%	9	7%
Nivel F	14	22%	31	25%	32	26%	39	31%

Alimentadores	2008		2018		2028		2038	
Nivel A	32	33%	83	32%	111	37%	112	37%
Nivel B	11	11%	20	8%	30	10%	27	9%
Nivel C	10	10%	24	9%	18	6%	12	4%
Nivel D	7	7%	20	8%	15	5%	12	4%
Nivel E	7	7%	17	7%	17	6%	19	6%
Nivel F	29	30%	92	36%	109	36%	118	39%

Buses auxiliares	2008		2018		2028		2038	
Nivel A	326	42%	315	54%	343	60%	353	63%
Nivel B	43	5%	53	9%	46	8%	47	8%
Nivel C	34	4%	48	8%	35	6%	33	6%
Nivel D	33	4%	48	8%	35	6%	27	5%
Nivel E	23	3%	30	5%	23	4%	17	3%
Nivel F	274	41%	206	15%	200	15%	207	15%

Metro	2008		2018		2028		2038	
Nivel A	-		-	0%	-	0%	-	0%
Nivel B	-		-	0%	-	0%	-	0%
Nivel C	-		1	50%	2	50%	5	63%
Nivel D	-		-	0%	-	0%	-	0%
Nivel E	-		-	0%	1	25%	2	25%
Nivel F	-		1	50%	1	25%	1	13%

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

El tiempo máximo de espera medio es una consecuencia del intervalo máximo programado entre vehículos. La política de servicio define los intervalos a operar por tipo de vehículo para los distintos períodos del día. La Tabla 4-30 presenta los intervalos máximos permitidos para el periodo valle establecidos de acuerdo con la información de referencia del SITP<sup>28</sup>.

**Tabla 4-30 Intervalos de diseño**

TIPO DE RUTA	TIPO DE VEHÍCULO	INTERVALOS MINIMOS Y MAXIMOS PARA RUTAS			
		EN PICO		EN VALLE	
		Mínimo (Min)	Máximo (Min)	Mínimo (Min)	Máximo (Min)
Troncal	Articulado	2	6	2	10
Alimentadora	Padrón	3	8	3	12
Auxiliar	Buseton/Buseta/Micro	4	8	4	10
Especial	Especiales	5	8	5	12

Fuente: Diseño técnico-operacional del SITP (julio de 2009)

### **Interés para la colectividad**

Los mapas de la Figura 4-13 presentan para los distintos escenarios de oferta la accesibilidad desde cada zona de transporte al territorio de Cundinamarca. La accesibilidad analizada corresponde al costo generalizado promedio de todas las relaciones posibles en la región Cundinamarca, sin ponderarlos por los flujos efectivamente estimados entre los orígenes y destinos del ámbito de estudio. Para un escenario dado, los costos promedios menores denotan una facilidad de acceso en transporte público a partir de la zona considerada, pero también la localización geográfica de la misma respecto a las demás zonas. La disminución de los costos promedios a partir de una misma zona entre 2 escenarios temporales indica una mejora en la oferta de transporte público en los enlaces a partir de dicha zona.

<sup>28</sup> Se parte de la información recibida de la Administración Distrital del estado de actualización del SITP a fecha de septiembre de 2009. Dado que el estudio mencionado se encuentra en fase de ajustes, las posibles modificaciones al mismo serán recogidas en el Productos de la Etapa 3, concretamente en el Producto 26.

Figura 4-13 Accesibilidad a Cundinamarca



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

La Tabla 4-31 a continuación presenta la estimación llevada a cabo sobre el costo de las externalidades vinculadas a la producción de los modos de transporte público urbano. Los ítems considerados y la metodología para su valoración son detallados en la metodología descrita en el 3.3.4.

**Tabla 4-31 Estimación de costos externos anuales**

<i>Pesos 2009</i>	<b>2008</b>	<b>2018</b>	<b>2028</b>	<b>2038</b>
Accidentes	10 515	8 265	8 382	8 321
Costos accidentalidad	264 254 739 292	207 702 378 702	210 651 466 248	209 109 734 087
Costos cambio climático	20 078 464 583	20 048 178 201	20 334 820 900	20 265 207 402
Costos polución	362 813 313 299	362 266 045 213	367 445 613 959	366 187 713 790
<b>Costos externos evaluados</b>	<b>647 146 517 174</b>	<b>590 016 602 116</b>	<b>598 431 901 107</b>	<b>595 562 655 278</b>

*Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank*

#### **4.1.5 Esquema organizacional**

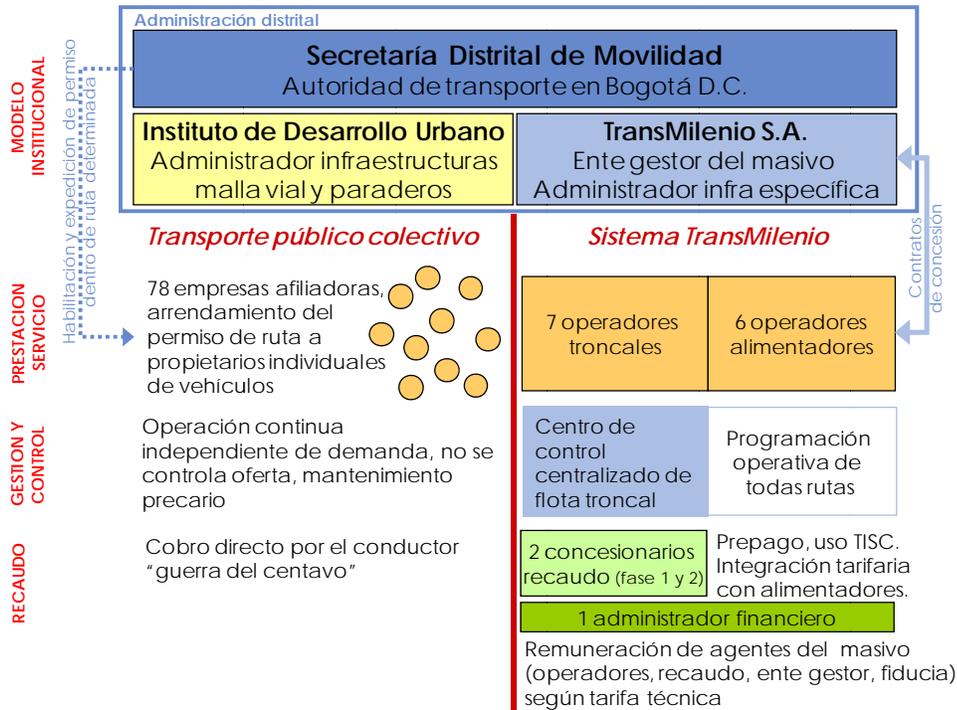
##### **Agentes y funciones**

La operación de las empresas de transporte público tiene carácter de servicio público esencial bajo la regulación del Estado de acuerdo con el artículo 5 de la Ley 336 de 1996. El artículo 8 de la Ley 336 de 1996 establece que las autoridades son encargadas de la organización, vigilancia y control de la actividad transportadora, garantizando condiciones de seguridad, comodidad y accesibilidad. En virtud de la normatividad vigente, el Alcalde Mayor es la máxima autoridad competente en materia de tránsito y transporte en el Distrito Capital, siendo la Secretaría Distrital de Movilidad la autoridad de transporte masivo en el Distrito Capital.

En la actualidad, las empresas de transporte del TPC están habilitadas para la prestación del servicio de transporte público mediante acto administrativo y son responsables de recaudar la tarifa en las rutas que les han sido autorizadas.

El sistema troncal de TransMilenio funciona según el modelo de lote de vehículos, la alimentación se delega bajo esquema mixto que incluye grupo de rutas dentro de una cuenca y lote de vehículos para operar dichas rutas. TransMilenio S.A. define la programación de la oferta y los operadores suministran material rodante y conductores. La delegación del servicio TransMilenio se hace mediante contratos de concesión.

Figura 4-14 Esquema del modelo de negocio actual



Fuente: Elaboración propia

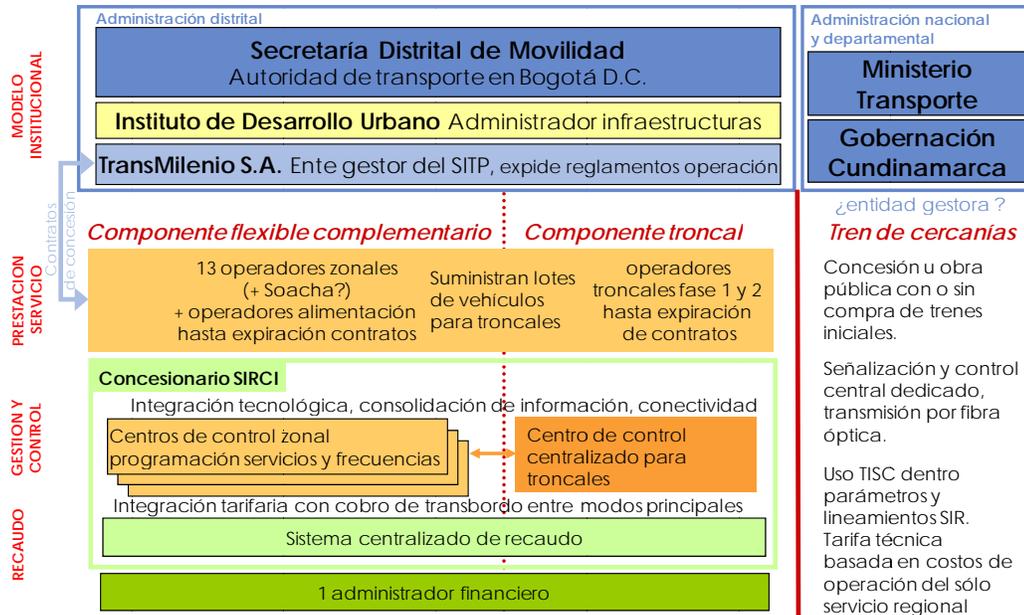
La estrategia de implantación del SITP se fundamenta en los plazos previstos para la construcción de la infraestructura de la fase 3 del sistema TransMilenio y en las fechas de finalización de los distintos contratos que hoy tiene suscritos TransMilenio S.A (operación de alimentación, operación troncal fase 1 y 2, recaudo fase 1 y 2). Los actuales permisos de rutas otorgados a las Administración Distrital público colectivo perderán su vigencia a partir de la entrada en operación gradual de los nuevos servicios del SITP.

Conforme al Decreto Distrital 309 de 2009, "el ente gestor del SITP será TransMilenio S.A: con competencia en la planeación, gestión y control contractual del sistema (incluyendo SIRCI). El proceso de integración, evaluación y seguimiento de la operación y los procesos de selección necesarios para poner en marcha la migración del actual transporte público colectivo al transporte público masivo también son responsabilidad del ente gestor. Dicho decreto distrital confirma a la SDM en su papel de autoridad de tránsito y transporte sigue, con el acompañamiento permanente del Comité Sectorial de Desarrollo Administrativo de Movilidad. Sus funciones están dirigidas a la formulación de la política pública sectorial, regulación, vigilancia y control de las actividades de tránsito y transporte, coordinación de las instancias de ejecución de dicha política.

Las empresas operadoras serán responsables de la prestación del servicio público de transporte, atendiendo la demanda de pasajeros según las directrices y parámetros de calidad operacional definidos en los contratos de concesión y en el reglamento de operación, a cambio de la remuneración definida contractualmente.

Se deberán buscar acuerdos con el ministerio de transporte y las autoridades de transporte de los municipios vecinos a Bogotá y/o con las empresas autorizadas a prestar servicio intermunicipal, con el fin de facilitar la integración de los pasajeros al SITP en el Distrito Capital."

**Figura 4-15 Esquema del modelo de negocio proyectado sin el metro**



Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que los requerimientos legales para el desarrollo del metro y la formulación del esquema institucional requerido en el cual cabe el metro se establecen en los productos N° 23 y 24.

### Esquema empresarial

El esquema empresarial actual del TPC es el de empresas intermedias que arrendan las rutas, para cuales benefician de permisos, a propietarios de vehículos mediante un esquema de afiliación.

Las empresas operadoras del SITP serán propietarias de la flota a su cargo o contando con un esquema que garantice el control total de la misma y deberán contratar a los conductores de los vehículos de acuerdo a la legislación laboral vigente. Se prevé un programa de modernización de los operadores del antiguo sistema y de profesionalización de conductores, a fin de ayudarlos a adecuarse a los estándares operacionales más exigentes del SITP.

### Financiación y sistema de remuneración

Conforme a lo especificado en el Decreto Distrital 309 de 2009, los recursos del Fondo Cuenta para la Reorganización del Transporte Público deberán destinarse prioritariamente a los programas de capacitación, divulgación, información, promoción y promulgación del SITP, las líneas de apoyo financiero para los propietarios del TPC que se asocian a empresas operadoras que resulten adjudicatarias, y las líneas de apoyo financiero a empresas operadoras adjudicatarias con participación accionaria representativa de propietarios del TPC actual. Los recursos disponibles del Factor de Calidad del Servicio incorporados a la tarifa del transporte público colectivo se destinarán para la compra de vehículos del actual TPC, de tal forma que se racionalice la oferta de vehículos y se minimice el impacto sobre la tarifa del SITP.

La tarifa técnica del SITP está encaminada a establecer una adecuada estructura de costos y una rentabilidad razonable para cada uno de los agentes prestadores de servicio que intervienen en la operación y control del SITP.



Según el entendimiento Nación / Gobernación Cundinamarca / Alcaldía Mayor del Distrito Capital, en el cual el Gobierno nacional aseguró que financiara hasta 70% de las inversiones del SITP, se afirmó que ni la tarifa del metro ni la del tren de cercanías serán subvencionados.

## 4.2 Fortalezas y debilidades

La caracterización del sistema global recopilada en el apartado anterior permite llevar a cabo el análisis de la efectividad y el nivel de integración del mismo para los diferentes plazos del estudio. Para tal análisis, se sigue el planteamiento metodológico propuesto anteriormente, examinándose los criterios definidos e identificados en el apartado 3.2 “Elementos a considerar para caracterizar la integración”.

### 4.2.1 Aspecto físico y urbanístico

	<u>Debilidades</u>	<u>Fortalezas</u>
<b>Actual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Áreas residenciales no cubiertas por transporte público</li> <li>▪ Efecto barrera de las infraestructuras troncales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La red vial arterial es de carácter mallado y en condiciones buenas o regulares</li> <li>▪ Impacto observado sobre el valor del suelo alrededor de troncales TransMilenio</li> </ul>
<b>Situación a partir de la fase 3 del SITP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La periferia de la ciudad queda insuficientemente cubierta, dificultando las políticas de densificación en los bordes</li> <li>▪ La configuración del sistema de transporte público apoya la concentración de servicios, densidad y comercios en el centro de la ciudad, a expensas de una distribución más equilibrada en el territorio</li> <li>▪ Algunas operaciones estratégicas no se benefician de servicios de transporte público</li> <li>▪ El riesgo a largo plazo es una expansión indiscriminada de la ciudad y acentuación de los proceso de conurbación</li> <li>▪ No hay claridad en el cronograma de construcción de infraestructura de intercambio modal que facilite la integración regional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Potenciación de algunos puntos estratégicos de desarrollo de la ciudad</li> <li>▪ Se espera el reforzamiento del comercio localizado en las proximidades de nuevas estaciones y portales</li> <li>▪ Zonas con alta capacidad de atención de viajes como la que concentra tres corredores importantes: Caracas, Calle 13 y Carrera 7, paralelos a distancias menores de 500 mts en la zona de la calle 26 a la calle 63</li> <li>▪ TM y metro (en particular a partir de 2028) se complementan al occidente de la ciudad, generando una malla que cubre toda la ciudad y se puede ampliar a las áreas de futura expansión</li> <li>▪ Tren y metro permiten un funcionamiento en red que apoya el desarrollo del sistema de ciudades previsto en el POT</li> </ul>

#### 4.2.2 Aspecto funcional

	<u>Debilidades</u>	<u>Fortalezas</u>
<b>Actual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Esquema actual esencialmente radial a partir del centro histórico, dificulta los movimientos transversales</li> <li>▪ Cobertura limitada del transporte masivo</li> <li>▪ Las características de la malla vial conforman la configuración de los servicios de autobuses (incluyendo BRT) que se estructuran sobre ella: tipo y estado de superficie, características geométricas y topográficas, medidas operacionales...</li> <li>▪ La superposición funcional de servicios troncales (corrientes y expresos) dentro de un mismo modo lleva a una representación complicada del sistema para usuarios no habituales</li> <li>▪ El nivel de intermodalidad es bajo (conexiones entre redes deficientes). Los enlaces directos son sólo posibles en terminales y estaciones intermedias. Actualmente, la mayoría de las transferencias se hacen entre alimentadoras y troncales</li> <li>▪ A pesar de una proximidad geográfica, algunos corredores troncales no permiten un enlace cómodo y seguro (las interconexiones operacionales compensan en algún sentido esta falta de transferencia directa).</li> <li>▪ La penalización tarifaria de los transbordos e intercambios no cumple con los objetivos PMM de complementariedad entre modos</li> <li>▪ El sistema tarifario actual promoción&lt; rutas TPC en competencia al TransMilenio (costo más bajo para el usuario) y desvincula tarifas y costos del transporte (fomenta uso de flotas obsoletas con las mayores externalidades negativas).</li> <li>▪ Actualmente, los diversos subsistemas presentan niveles de información al usuario muy variados y no hay información sobre condiciones del tráfico en la red vial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El esquema tronco-alimentado, mediante racionalización de los servicios, permite aliviar conflictos en circulación y atascos provocados por superposición de líneas sobre ejes viarios.</li> <li>▪ Amplia cobertura de la ciudad por las rutas del TPC</li> <li>▪ La experiencia actual de los portales de TransMilenio permite considerar como implantados, asumidos y aceptados los procedimientos de transferencias en los viajes</li> <li>▪ Las estaciones TransMilenio ya proveen aparcamientos para bicicletas</li> </ul>



<b>Situación a partir de la fase 3 del SITP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La jerarquía de rutas está vinculada a la jerarquía de corredores, los cuales no siempre se adaptan estrechamente a las líneas de deseo de viajes y algunos pares origen-destino quedan desatendidos.</li> <li>▪ El modelo tarifario propuesto en el SITP no aplica diferencias por zona o distancia, lo cual puede incentivar viajes de larga distancia en frente a viajes cortos promocionados en el modelo de ciudad del POT.</li> <li>▪ El incentivo del uso de las modalidades de prepago se enfrenta a las posibilidades de tesorería de los estratos sociales bajos.</li> <li>▪ La estructura tarifaria planteada no se basa en el poder adquisitivo del usuario (forma de pago del actual modelo impositivo para los servicios públicos basados en estratos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La malla de transporte masivo cubre la mayoría de la ciudad en 2038</li> <li>▪ La integración tarifaria planteada en el SITP permitirá una ampliación significativa de la accesibilidad</li> <li>▪ La integración tarifaria planteada reforzará transferencias entre rutas adyacentes</li> </ul>
---	---	---

#### 4.2.3 Aspecto operacional

	<u>Debilidades</u>	<u>Fortalezas</u>
<b>Actual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En la actualidad existen dos subsistemas de Operación totalmente aislados para el transporte urbano de Bogotá:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sistema TransMilenio de troncales y alimentadores</li> <li>○ Sistema de Transporte Público Colectivo sin control de demanda y oferta</li> </ul> </li> <li>▪ A los que hay que añadir otros dos subsistemas de ámbito interurbano, también gestionados de forma aislada: Buses Interurbanos y Ferrocarril.</li> <li>▪ El esquema radial y los pocos retornos operacionales sobre troncales ofrecen escasas alternativas de movilización en caso de bloqueo local o interrupción del servicio</li> <li>▪ Los corredores de alta demanda presentan discontinuidades con estrangulamientos de capacidad. Algunos corredores están por encima de su capacidad.</li> <li>▪ Congestión de ejes radiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El sistema TransMilenio ya tiene experiencia en el tema de gestión y control coordinados de flotas.</li> <li>▪ Los buses ofrecen gran flexibilidad para interconexiones y cambio de rutas, asimismo para adaptarse a las variaciones de demanda que surgen de las dinámicas urbanas en el tiempo</li> </ul>



<b>Situación a partir de la fase 3 del SITP</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ La integración operacional prevista en el SITP contempla el control por un solo agente pero no engloba la programación de rutas del componente flexible complementario.</li><li>▪ Asimismo, la coordinación entre centros de control troncal y zonales no garantiza la coherencia horaria entre componentes (y la adaptación de intervalos de paso y modificación de rutas en caso de explotación degradada)</li><li>▪ La delegación de flota compartida entre zonas operacionales del SITP afecta las prestaciones de un operador, cada uno siendo potencialmente impactado por todos demás (mantenimiento buses, limpieza, regularidad y confiabilidad...). Además, el riesgo de demora en el arranque de la concesión por otros operadores constituye una debilidad para la implementación del nuevo modelo operacional.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Con la implementación del SITP, el control de operación de flota (comunicación por voz, localización de vehículos, despacho organizado desde terminales de ruta...) será efectivo para todos los servicios urbanos de transporte público.</li></ul>
---	---	---



#### 4.2.4 Aspecto organizacional

	<u>Debilidades</u>	<u>Fortalezas</u>
<b>Actual</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ El ejercicio de la autoridad en materia de transporte se distribuye en las entidades a nivel nacional, departamental, distrital y/o municipal. La determinación de las competencias de cada una y la coordinación entre niveles no está muy clara.</li><li>▪ Las actividades de planeación, a nivel estratégico y táctico, no contemplan los sistemas urbanos e interurbanos, y dentro del sistema urbano los diferentes modos, como un único sistema de movilidad.</li><li>▪ La competencia entre modos no facilita el transvase de información entre agentes sobre la situación de funcionamiento de cada uno de los eslabones de las cadenas multimodales para organizar los viajes (debilidad para informar al usuario). Además, los desequilibrios de la información conceden ventajas al operador privado en negociaciones.</li><li>▪ Recursos recaudados no se destinan al mantenimiento.</li><li>▪ No existen mecanismos de mejoramiento de la calidad del servicio al usuario en el sector TPC.</li><li>▪ Ingresos del conductor en función de los pasajeros movilizados, lo que da lugar al fenómeno conocido como “guerra del centavo”</li><li>▪ Sector TPC atomizado (78 empresas de transporte), no suscrito a contratos de operación ni concesión. Capacitación empresarial insuficiente y escasa formación del personal</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ La celebración de contratos de concesión para el sistema masivo TransMilenio permite asignar las responsabilidades y los riesgos entre los agentes involucrados.</li></ul>



<b>Situación a partir de la fase 3 del SITP</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No parece claro que las actividades de planeación de ámbito metropolitano, a nivel estratégico y táctico, esté en las manos de un órgano único. No existe representación de agentes que operen en ámbitos interurbanos.</li> <li>▪ La optimización del sistema depende de la operación de tráfico de la ciudad, bajo responsabilidad de otra administración. La Administración Distrital encargada del transporte público urbano debería ampliar su acción para el control del tráfico en la calle.</li> <li>▪ No queda claro en qué modo pueden estar representados los intereses de los usuarios en todo el dibujo institucional.</li> <li>▪ Protagonismo de TMSA (directamente relacionado a la red y operadores de TransMilenio fases 1 y 2) puede no ser bien visto por agentes que deban incorporarse al SITP.</li> <li>▪ La coexistencia de concesionarios actuales alimentadores (Fase 1 y 2 de TransMilenio) con concesionarios nuevos del SITP influye en la reestructuración de rutas puesto que hay exclusividad de operador en cuencas de alimentación (principio de delegación de flota exclusiva)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se asignó al ente gestor del componente masivo TransMilenio S.A. la responsabilidad de la integración, evaluación y seguimiento de la operación del SITP (germen para autoridad única).</li> <li>▪ En el proceso de integración propuesto en el SITP, los operadores del TPC deben acogerse a procesos de licitación para asegurar la calidad del servicio</li> <li>▪ A través de los contratos de concesión, se aclara y racionaliza la repartición de funciones y objetivos</li> <li>▪ El sistema centralizado de recaudo propuesto para el SITP, mediante un operador independiente, garantiza transparencia y condiciones para la repartición del recaudo (equilibrio de poder entre agentes).</li> <li>▪ El esquema de remuneración proyectado permite al usuario acceder al servicio en condiciones de comodidad y seguridad, poniendo un fin a la "guerra del centavo"</li> <li>▪ La creación de 13 operadores zonales encargados de la gestión de los servicios complementarios a TransMilenio debería solucionar el problema de atomización del sector, competencia desleal, capacitación empresarial insuficiente y escasa formación del personal de las empresas operadoras.</li> </ul>
---	--	---

#### 4.2.5 Aspecto tecnológico

	<u>Debilidades</u>	<u>Fortalezas</u>
<b>Actual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La aplicación actual del sistema de recaudo no permite la presencia de varios operadores de recaudo, por razones de gestión de la seguridad y problemas de compatibilidad y coherencia de las informaciones.</li> <li>▪ El control de acceso con barreras físicas en los buses aumentan los tiempos de paradas, asimismo la validación a la salida en estaciones con estrecho espacio genera congestión.</li> </ul>	



<p><b>Situación a partir de la fase 3 del SITP</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Validación al interior del bus está planteada con torniquete, lo cual puede llevar a mayores tiempos en paradas.</li><li>• El costo de los sistemas de información hacen inviable su implantación en muchos casos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ La reducción en la tipología vehicular para el componente flexible complementario del SITP facilita las tareas de operación y mantenimiento y permite cierta flexibilidad para el intercambio entre las diferentes rutas de buses, operadas por una misma zona operacional.</li><li>▪ La señalización homogénea de los buses da visibilidad e imagen de marca al sistema.</li><li>▪ El SIRCI permitirá obtener información oportuna, versátil y confiable sobre demanda (flujos de movilidad, orígenes y destinos, puntos de transferencia) y estado real del negocio (datos de venta y de uso). El análisis de datos de gestión y explotación del servicio, tales como regularidad y puntualidad, número de averías de todo tipo de material móvil e instalaciones, número de cambios de servicio, programas y estadísticas de limpieza y mantenimiento de vehículos, etc puede ofrecer valiosa información para medir indicadores de calidad (mediante registro de las operaciones o muestra representativa).</li></ul>
--	---	---

## 5 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE MOVILIDAD FRENTE LA NUEVA RED DE METRO

### 5.1 Estimación del impacto de la puesta en servicio del metro sobre la operación del SITP

El análisis presentado en este apartado se centra en el escenario 2018, para el cual los resultados de las simulaciones pueden razonablemente considerarse como fiables para el dimensionamiento de la oferta. La estimación del impacto de la puesta en servicio de la PLM se hace estimando las variaciones en las simulaciones del escenario 2018 con el metro respecto a la situación del mismo año sin metro (alternativa 0 desarrollada por el GC en el producto N° 04). Esa estimación sirve de guía para optimizar el uso de la flota que aún tendrá vida útil en el momento de la entrada en operación de la PLM. Sin embargo – con la división de la ciudad en 13 zonas – se ve la necesidad de determinar concretamente de qué manera el metro afecta la demanda y la oferta dentro de cada una de ellas.

Se ha asumido que la tipología vehicular disponible para prestar el servicio de los buses hasta que entre en operación la PLM sea la asignada por ruta en el diseño técnico-operacional del SITP.

**Tabla 5-1 Flota mínima requerida por modo y tipo de vehículo  
(escenarios sin intervención en infraestructura  
para los años 2015 y 2018 el cambio viene de la variación en la demanda)**

Tipo	2011	2013	2015	2018
alimentador	917	1082	1199	1262
bus	10941	9785	9828	10218
troncal	1619	1728	1792	1848
<b>Total</b>	<b>13477</b>	<b>12595</b>	<b>12819</b>	<b>15346</b>

Tipo diseño	2011	2013	2015	2018
19	2242	1995	1993	2007
40	1411	1150	1150	1197
50	5518	4587	4656	4947
80-90	2687	3135	3228	3329
150	1619	1728	1792	1848

Fuente: Diseño técnico-operacional del SITP (septiembre de 2009)

La flota necesaria (sin reserva operacional ni de mantenimiento) para el escenario de referencia sin metro arroja los 13.130 buses para operar el SITP (troncales TransMilenio, rutas alimentadoras y auxiliares). Este resultado viene condicionado por los tiempos de ciclo de las rutas, los cuales dependen de la asignación de la matriz de demanda 2018 desarrollada por el GC. En una primera aproximación, no se consideran cambios en la tipología vehicular ni modificaciones en el recorrido de rutas o la definición de servicios (tipo expreso/corriente) respecto al diseño operacional propuesto en el estudio SITP 2009 para el escenario 2018 sin inversión en infraestructuras. No obstante se ha procedido a un ajuste operacional de las frecuencias de los servicios para ajustar la oferta a la demanda presentada en el tramo crítico de las rutas. Los intervalos de diseño mínimos y máximos establecidos en función de la carga en el tramo y sentido crítico durante la hora punta y de la capacidad nominal de los buses utilizados para operar una ruta corresponden a los establecidos para el diseño técnico-operacional del SITP y presentados en la Tabla 5-2. Para las rutas cuyos tiempos de ciclo superan los 120 minutos, los intervalos considerados para el período después de las 2 horas picas son los determinados en el apartado 3.3.4 "Metodología de cálculo, herramientas y fuentes de información".

**Tabla 5-2 Intervalos de diseño**

Tipo de Vehículo	Capacidad Veh.	Intervalo Mín.	Intervalo Máx.
Microbús	19	5	8
Buseta	40	5	8
Busetón	50	4	8
Padrón	80	3	8
Atricolado	150	2	6

Fuente: Diseño técnico-operacional del SITP (septiembre de 2009)

Los resultados de estimación para la hora pico de ambos cálculos (antes y después del ajuste operacional en función de la demanda 2018) se plasman en los cuadros a continuación.

**Tabla 5-3 Referencia 2018 sin metro (Alternativa 0) – Resultados por modo y tipo bus**  
Intervalos del diseño operacional 2018 del SITP (Hora Punta de la mañana)

Rótulos de fila	# Rutas	Suma de Vehic-km 2018 sin metro	Suma de Flota 2018 sin Metro	Suma de ABORDAJES HP 2018 sin Metro
<b>Microbus</b>	<b>85</b>	<b>36.268,1</b>	<b>1.958</b>	<b>45.124</b>
a	8	393,2	22	3.625
b	77	35.874,8	1.936	41.499
<b>Buseta</b>	<b>48</b>	<b>21.770,2</b>	<b>1.223</b>	<b>41.737</b>
b	48	21.770,2	1.223	41.737
<b>Busetón</b>	<b>203</b>	<b>91.495,5</b>	<b>4.863</b>	<b>239.648</b>
a	45	3.389,6	217	45.153
b	158	88.105,8	4.646	194.495
<b>Padrón</b>	<b>217</b>	<b>60.124,0</b>	<b>3.211</b>	<b>411.035</b>
a	152	16.404,8	972	266.393
b	65	43.719,1	2.239	144.642
<b>Articulado</b>	<b>125</b>	<b>50.826,3</b>	<b>1.875</b>	<b>414.055</b>
<b>Total SITP</b>	<b>678</b>	<b>260.483,9</b>	<b>13.130</b>	<b>1.151.599</b>

**Ajuste operacional frente la demanda simulada**

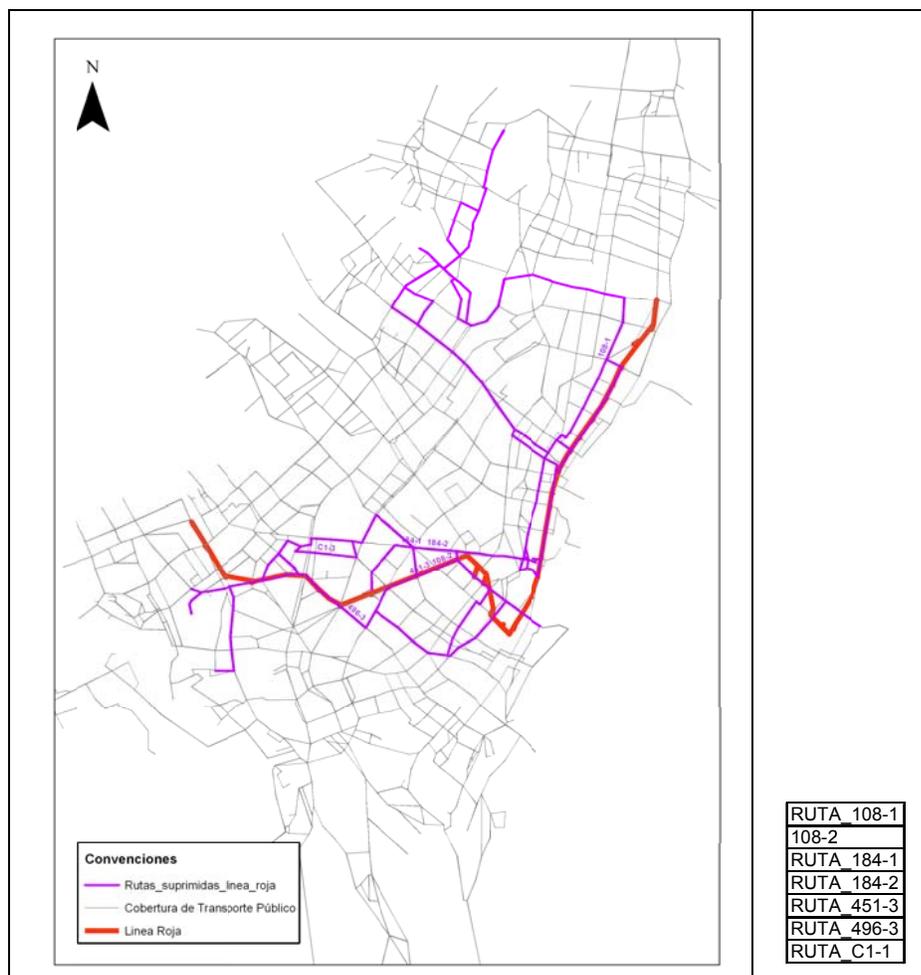
Rótulos de fila	# Rutas	Suma de Vehic-km ajustados 2018 sin metro	Suma de Flota ajustada 2018 sin Metro	Suma de ABORDAJES HP 2018 sin Metro
<b>Microbus</b>	<b>85</b>	<b>33.768,1</b>	<b>1.840</b>	<b>45.124</b>
a	8	313,3	18	3.625
b	77	33.454,8	1.822	41.499
<b>Buseta</b>	<b>48</b>	<b>19.645,9</b>	<b>1.128</b>	<b>41.737</b>
b	48	19.645,9	1.128	41.737
<b>Busetón</b>	<b>203</b>	<b>79.531,7</b>	<b>4.344</b>	<b>239.648</b>
a	45	3.248,8	206	45.153
b	158	76.282,9	4.138	194.495
<b>Padrón</b>	<b>217</b>	<b>55.219,2</b>	<b>2.981</b>	<b>411.035</b>
a	152	16.368,6	973	266.393
b	65	38.850,6	2.008	144.642
<b>Articulado</b>	<b>125</b>	<b>49.844,8</b>	<b>1.829</b>	<b>414.055</b>
<b>Total SITP</b>	<b>678</b>	<b>238.009,6</b>	<b>12.122</b>	<b>1.151.599</b>

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

En el escenario 2018 para simular el servicio de la PLM, como aproximación preliminar a la reestructuración de rutas que acompañaría la puesta en operación del metro, se ha tomado en cuenta una eliminación de las rutas auxiliares que circulan en los corredores atendidos por el metro (según un criterio de superposición de más del 60% del recorrido de la ruta en una banda de 300 metros alrededor del eje de la línea de metro). Por otro lado, se han considerado rutas alimentadoras adicionales para el metro, considerando que la conexión del metro es fundamental para su optimización, especialmente cuando la red total de metro aún no ha sido implementada y por tanto, la PLM tiene una cobertura mucho más reducida que el transporte público convencional, o incluso el modo TransMilenio. Los criterios para la agregación de rutas alimentadoras nuevas se basaron en la accesibilidad de zonas que no contasen con alimentadores previos, o que estos estuvieran dirigidos exclusivamente a estaciones de TransMilenio. Se ha modificado la codificación de las alimentadoras de manera que permitiera el abordaje y la bajada en estaciones de Metro y TransMilenio indistintamente. Se ha procurado igualmente no proponer alimentadores de más de 20 km para evitar que la mayor parte del recorrido realizado por los usuarios pudiera ser realizado en alimentadoras.

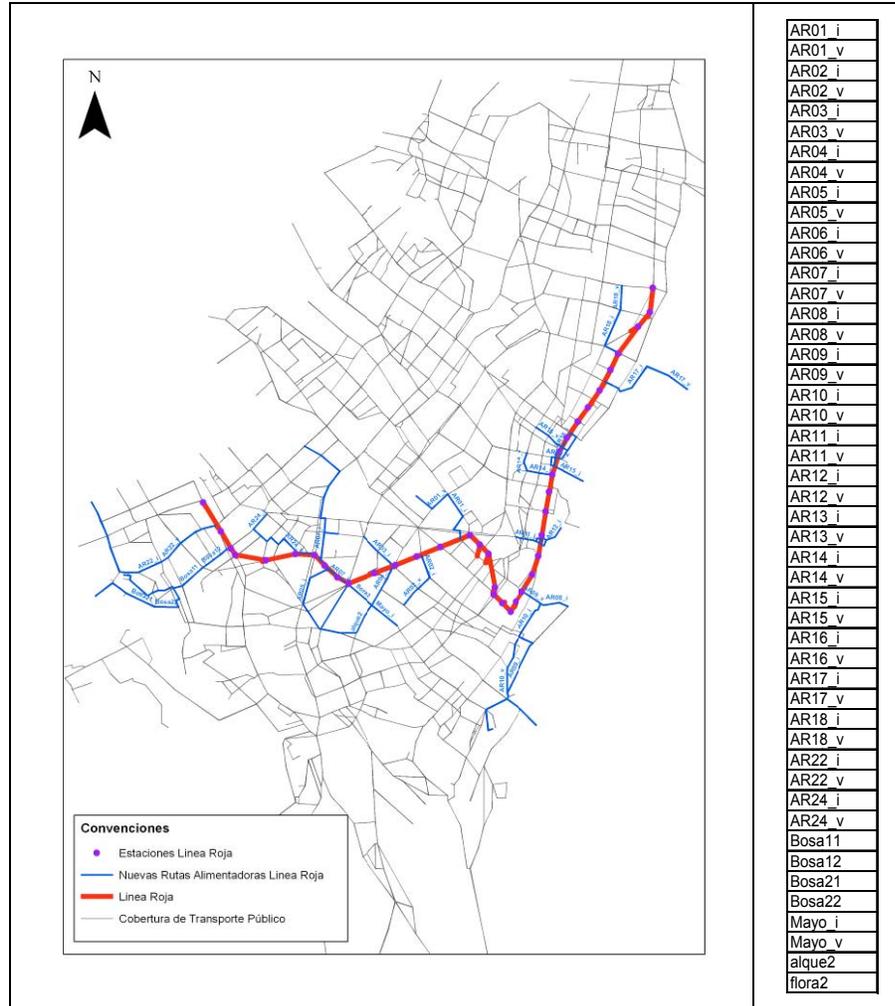
A continuación se presentan los mapas de las líneas suprimidas, así como la representación de las líneas alimentadoras que se han agregado para dar a la PLM mayor captación de demanda.

**Figura 5-1 Rutas auxiliares eliminadas por la PLM**



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

**Figura 5-2 Configuración de rutas alimentadoras para la PLM**



Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

El dimensionamiento de la flota (sin reserva operacional y de mantenimiento) y oferta de la hora pico asociada a este escenario se presenta en la Tabla 5-4:

- una primera aproximación contando para las rutas remanentes con los intervalos asignados en el diseño operacional del escenario 2018 sin inversión en infraestructura del SITP (correspondiente a los resultados presentados en el apartado 4.1.2 “Descripción física, funcional y operacional”),
- un ajuste operacional recalculando las frecuencias de los servicios para ajustarlas a la demanda presentada en el tramo y sentido crítico de cada ruta en la simulación 2018 con PLM.

**Tabla 5-4 Escenario 2018 con PLM – Resultados por modo y tipo bus  
Intervalos del diseño operacional 2018 del SITP (Hora punta de la mañana)**

Rótulos de fila	# Rutas	Suma de Vehic-km 2018 con metro	Suma de Flota 2018 con Metro	Suma de ABORDAJES HP 2018 con Metro
<b>Microbus</b>	<b>84</b>	<b>35.793,9</b>	<b>1.916</b>	<b>43.569</b>
a	8	393,2	22	3.433
b	76	35.400,7	1.894	40.136
<b>Buseta</b>	<b>48</b>	<b>21.750,4</b>	<b>1.211</b>	<b>39.772</b>
b	48	21.750,4	1.211	39.772
<b>Busetón</b>	<b>200</b>	<b>89.887,2</b>	<b>4.734</b>	<b>222.117</b>
a	45	3.389,6	218	37.392
b	155	86.497,5	4.516	184.725
<b>Padrón</b>	<b>244</b>	<b>60.433,9</b>	<b>3.249</b>	<b>431.716</b>
a	179	18.417,1	1.101	301.046
b	65	42.016,8	2.148	130.670
<b>Articulado</b>	<b>125</b>	<b>50.826,3</b>	<b>1.875</b>	<b>369.390</b>
<b>Total SITP</b>	<b>701</b>	<b>258.691,7</b>	<b>12.985</b>	<b>1.106.564</b>

**Ajuste operacional frente la demanda simulada**

Rótulos de fila	# Rutas	Suma de Vehic-km ajustados 2018 con metro	Suma de Flota ajustada 2018 con Metro	Suma de ABORDAJES HP 2018 con Metro
<b>Microbus</b>	<b>84</b>	<b>33.170,2</b>	<b>1.795</b>	<b>43.569</b>
a	8	277,8	17	3.433
b	76	32.892,4	1.778	40.136
<b>Buseta</b>	<b>48</b>	<b>19.620,9</b>	<b>1.107</b>	<b>39.772</b>
b	48	19.620,9	1.107	39.772
<b>Busetón</b>	<b>200</b>	<b>78.067,7</b>	<b>4.221</b>	<b>222.117</b>
a	45	3.226,1	207	37.392
b	155	74.841,6	4.014	184.725
<b>Padrón</b>	<b>244</b>	<b>53.999,9</b>	<b>2.929</b>	<b>431.716</b>
a	179	17.749,9	1.064	301.046
b	65	36.249,9	1.865	130.670
<b>Articulado</b>	<b>125</b>	<b>48.120,6</b>	<b>1.775</b>	<b>369.390</b>
<b>Total SITP</b>	<b>701</b>	<b>232.979,2</b>	<b>11.827</b>	<b>1.106.564</b>

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

La Tabla 5-5 presenta de qué manera la entrada en operación del metro afecta la demanda y la oferta estimada para la hora pico dentro de cada una de las zonas operacionales definidas en los estudios técnicos del SITP. Los resultados presentan las variaciones de flota efectiva mínima requerida y de los vehículos-km recorridos durante la hora punta en función del ajuste operacional realizado para ajustar la oferta a la demanda simulada en los escenarios 2018 sin y con metro. La delegación de las rutas con una extremidad en la zona neutra se asignó como si fuesen servicios circulares con que empiezan y terminan su recorrido en el mismo terminal.

**Tabla 5-5 Variaciones de flota, kilometraje y abordajes durante hora punta para las rutas delegadas por zona operacional (según la asignación de rutas por zonas definidas para la primera concesión del SITP)**

Zona SITP09	Flota ajustada 2018 sin Metro	Vehic-km ajustados 2018 sin metro	ABORDAJES HP 2018 sin Metro	Flota ajustada 2018 con Metro	Vehic-km ajustados 2018 con metro	ABORDAJES HP 2018 con Metro	Variación Flota	Variación VK HP	Variación Abordajes HP
Bosa	1.129	20.348,5	51.728	998	18.144,1	41.039	- 131	- 2.204,5	- 10.689
Calle 80	463	8.303,7	24.136	410	7.428,4	21.969	- 53	- 875,3	- 2.167
Ciudad Bolívar	673	12.665,3	30.499	668	12.674,3	29.490	- 5	9,1	- 1.010
Engativa	697	12.555,6	46.741	687	12.483,4	44.917	- 10	- 72,2	- 1.825
Fontibon	716	13.383,7	46.072	715	13.447,2	45.811	- 2	63,5	- 261
Kennedy	1.012	18.509,4	44.336	971	17.838,1	40.626	- 41	- 671,4	- 3.710
Perdomo	313	5.581,6	13.384	283	5.112,9	12.246	- 30	- 468,7	- 1.138
San Cristobal	699	13.185,9	76.495	678	12.773,7	72.529	- 21	- 412,2	- 3.966
Suba Oriental	312	5.550,6	20.405	304	5.538,5	19.732	- 8	- 12,1	- 674
Suba Pueblo	1.327	24.266,0	54.688	1.296	23.789,7	52.289	- 31	- 476,3	- 2.399
Tintal - Zona Franca	213	3.668,1	14.810	212	3.697,9	14.216	- 2	29,8	- 595
Usaquen	1.348	23.975,5	108.575	1.336	24.050,2	91.014	- 13	74,7	- 17.562
Usme	721	14.825,6	30.175	719	14.959,4	30.422	- 2	133,9	247
Lotes vehiculos	1.829	49.844,8	414.055	1.775	48.120,6	369.390	- 54	- 1.724,2	- 44.665
ALCAPITAL	44	681,5	14.887	44	681,5	14.834	-	-	53
ALNORTE	65	1.228,7	19.292	63	1.182,0	16.937	- 2	- 46,7	- 2.355
Citimovil	147	2.546,3	29.348	145	2.513,9	28.533	- 2	- 32,3	- 815
ETMA	137	2.309,2	33.616	123	2.058,1	30.739	- 14	- 251,2	- 2.877
SI03	164	2.758,4	41.240	163	2.729,9	38.578	- 1	- 28,6	- 2.662
TAO	72	1.090,7	24.012	70	1.067,4	24.049	- 2	- 23,3	37
-	45	730,5	13.108	170	2.688,0	67.209	125	1.957,5	54.101

Fuente: Elaboración propia con información del Emmebank

La tabla anterior presenta los impactos estimados de la entrada en servicio de la PLM en 2018 sobre las distintas concesiones en términos de oferta (flota efectiva y vehículos-km necesarios para la hora pico) y de captación de la demanda (abordajes durante hora pico sobre las rutas delegadas a cada concesionario). Se presentan las variaciones sobre las concesiones de operación zonal, sobre la operación troncal (Lotes de vehículo) así como sobre los concesionarios de alimentadores actuales. La última fila corresponde a rutas de alimentación en Soacha y a rutas agregadas en la propuesta preliminar de reestructuración de rutas alrededor del metro.

Se puede estimar que la entrada en servicio del metro podrá afectar a las concesionarios zonales con una disminución de la flota requerida hasta 130 vehículos por reposicionar, una disminución en los abordajes que puede arrojar los 17.500 durante la hora punta y una reducción de oferta hasta más de 2.000 vehículos-km para la hora pico. Esas estimaciones se profundizarán en la etapa 3, en la cual se realizarán estimaciones diarias del impacto de la entrada de la PLM sobre los demás modos.

## 5.2 Identificación de Pros y Contras para la integración del metro en el SITP

Las posibles limitaciones o barreras que suelen presentarse para la implantación exitosa de un metro se encuentran principalmente a nivel financiero (por el costo del proyecto y la disponibilidad de recursos públicos), legal (por la consistencia de normas y la adecuación a la normatividad nacional), político (por la voluntad y el compromiso a lo largo del tiempo), institucional (por los procedimientos y procesos necesarios para la toma de decisión) o de la colectividad, sean usuarios, empresas operadoras, propietarios de predios e inmuebles, industriales, comerciantes, etc.

Los análisis estratégicos del marco legal, institucional y las posibilidades de financiación han sido objeto de los respectivos productos N° 06, 07 y 09 de la etapa 1 de la presente consultoría y de los productos 23 y 24 de la etapa 2.

El alcance del presente análisis es más bien **vislumbrar las particularidades del sistema** de movilidad del Distrito Capital planteado a corto, mediano y largo plazo **que puedan ser fuente de alguna dificultad, o por el contrario que puedan constituirse en oportunidades a aprovechar a la hora de implementar y desarrollar la nueva red de metro.**

### 5.2.1 Integración física y urbana

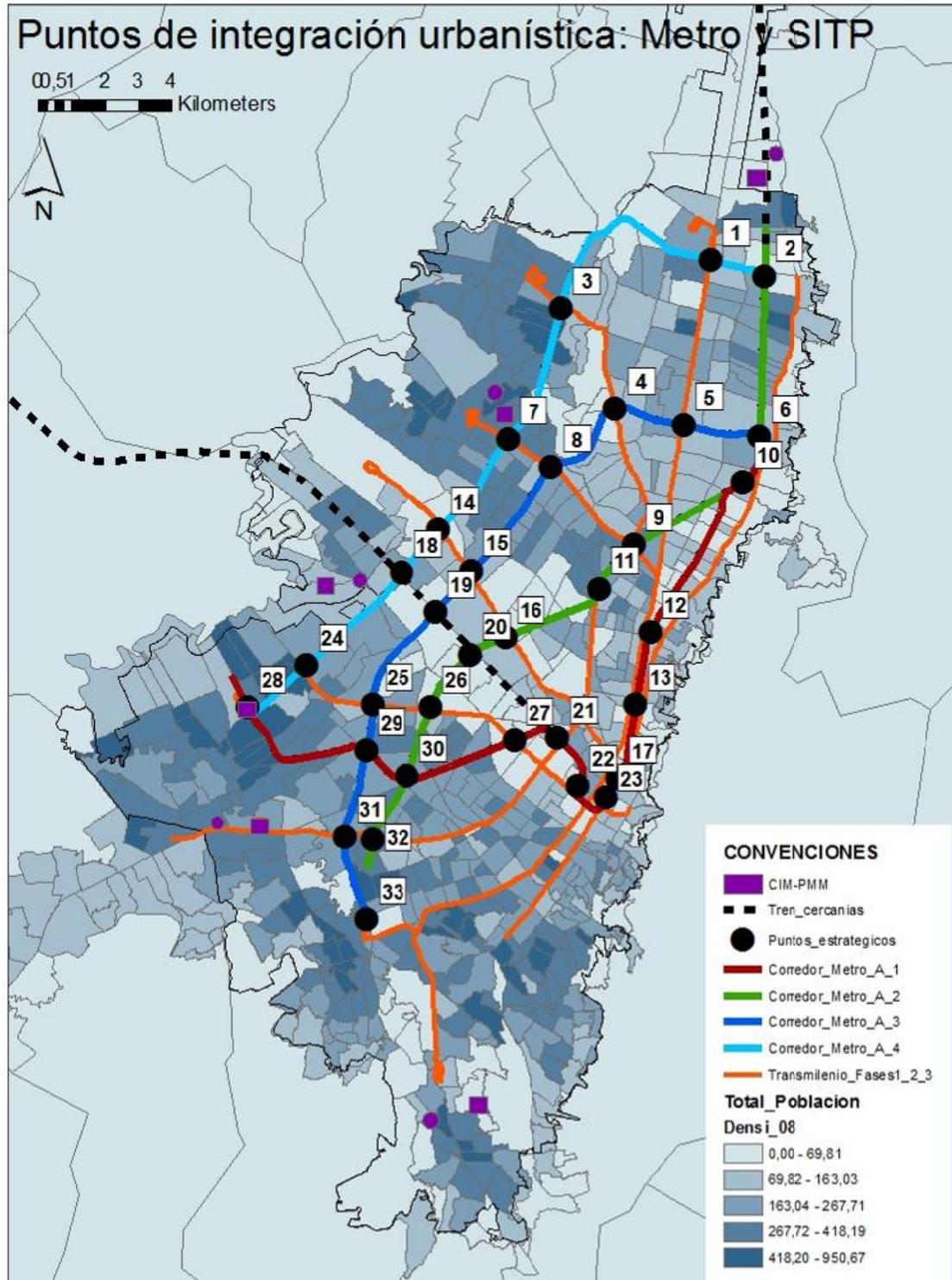
Para identificar los obstáculos y las oportunidades en las estructuras urbanas para la integración urbanística del metro, se ha llevado a cabo un análisis de los puntos estratégicos de impacto del metro y el SITP. El análisis se basa en una tipología de estaciones del metro:

- Tipo 1 : Terminal de una línea de metro
- Tipo 2: Intercambio Metro y otro sistema masivo o regional (TransMilenio, otra línea de Metro, Tren de cercanías, CIM)
- Tipo 3 : Intercambio Metro y 2 o más otros sistemas masivos o regionales

Cada una de las estaciones de metro tiene un uso predominante y una vocación de desarrollo, renovación o consolidación. Esos usos y vocaciones alrededor de estos puntos estratégicos se han identificado dentro del área de influencia definida en función de los diferentes tipos de estaciones por las distancias desde las diferentes estaciones siguientes: 1.000 metros desde una estación Tipo 1 y 750 metros desde los tipos 2 y 3 de cruce Metro-otro(s) sistema(s).

La Figura 5-3 presenta la numeración y localización de los puntos estratégicos analizados. Los parámetros de integración urbana identificados atañen a los usos de suelo predominantes y tratamientos definidos para las UPZ interceptadas por las áreas de influencia de las estaciones. El código de colores utilizados en la Tabla 5-6 permite identificar las estaciones según el año de su entrada en operación: 2018, 2028 o 2038.

Figura 5-3 Puntos de integración urbanística estratégicos de intercambio del SITP  
(Estaciones de intercambio Metro – otro sistema masivo)



Fuente: Elaboración propia



PRODUCTO N° 05  
DOCUMENTO DE CARACTERIZACIÓN DEL SITP  
PARA CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

MB-GC-ME-0005  
Rev. 1 Pág. 102 de 119

Tabla 5-6 Parámetros de integración urbana de las estaciones de metro

# Punto estratégico	Dirección	Tipo de punto de intercambio	No. UPZ	Nombre UPZ	PARÁMETROS DE INTEGRACIÓN URBANA			
					Tratamientos por punto de integración urbana	Usos de suelo	Densidad por zona de transporte	Densidad prom. hab/ha (año inicial 2008)
1	Calle 170 - Kra 45	Tipo 2	10 17 18 12	La Uribe San José de Bavaria Britalia Toberín	La Uribe: Renovación urbana: modalidad reactivación San José de Bavaria: Renovación urbana: modalidad redesarrollo Desarrollo Consolidación urbanística Consolidación de sectores urbanos especiales Britalia: Renovación urbana: modalidad reactivación Consolidación con densificación moderada Consolidación de sectores urbanos especiales Toberín: Consolidación con cambio de patrón	La Uribe: Comercio Aglomerado San José de Bavaria: Residencial con comercio y servicios - delimitados Área urbana integral - Residencial Dotacional - Equipamientos deportivos y recreativos Comercio y servicios - Grandes superficies comerciales Britalia: Residencial con comercio y servicios - delimitados (Sector 8-11) Equipamientos colectivos (Sector 7) Residencial con actividad económica (Sector 20) Toberín: Comercio cualificado	ZT-26: 99,15 hab/ha. ZT-27: 229,44 hab/ha. ZT-49: 300,63 hab/ha. ZT-52: 143,96 hab/ha.	193,30
2	Calle 170 - Kra 12	Tipo 1	10 12	La Uribe Toberín	La Uribe: Consolidación urbanística Toberín: Consolidación	La Uribe: Residencial Neta Toberín: Residencial con comercio y servicios delimitados	ZT-55: 46,00 hab/ha. ZT-54: 213,24 hab/ha.	64,89
3	Calle 139 - Kra 94	Tipo 2	27 28	Suba El Rincón	Suba: Consolidación urbanística Renovación - reactivación Consolidación de sectores urbanos especiales Mejoramiento integral - intervención complementaria El Rincón: Consolidación urbanística Mejoramiento integral - intervención complementaria Consolidación de sectores urbanos especiales	Suba: Residencial con comercio y servicios - delimitados Residencial con actividad económica en la vivienda Dotacional - servicios urbanos básicos El Rincón: Residencial con comercio y servicios - delimitados Residencial con actividad económica en la vivienda Dotacional - Equipamientos colectivos	ZT-41: 302,39 hab/ha. ZT-42: 121,60 hab/ha. ZT-108: 226,41 hab/ha. ZT-107: 434,70 hab/ha.	271,28
4	Calle 127 - Tv 60	Tipo 2	24	Niza	Niza: Consolidación urbanística Consolidación de sectores urbanos especiales Desarrollo Conservación de sectores con interés cultural con vivienda en serie	Niza: Residencial Neto Equipamientos colectivos Área urbana integral - residencial	ZT-95: 73,52 hab/ha. ZT-96: 55,02 hab/ha. ZT-133: 37,00 hab/ha. ZT-139: 104,61 hab/ha.	76,54
5	Calle 127 - Kra 45	Tipo 2	15 19 20 16	Country Club El Prado La Alhambra Santa Bárbara	CountryClub: Consolidación con densificación moderada Consolidación urbanística Consolidación servicios urbanos especiales El Prado: Consolidación - cambio de patrón Consolidación densificación moderada. La Alhambra: Consolidación densificación moderada. Consolidación urbanística Santa Bárbara: Consolidación con densificación moderada	CountryClub: Residencial con comercio y servicios delimitados. Residencial Neta Equipamientos colectivos El Prado: Comercio y servicios - comercio aglomerado Residencial con comercio y servicios delimitados. La Alhambra: Residencial Neta Santa Bárbara: Comercio y servicios - comercio cualificado Residencial con comercio y servicios delimitados.	ZT-88: 124,54 hab/ha. ZT-89: 222,73 hab/ha. ZT-140: 178,02 hab/ha. ZT-146: 79,24 hab/ha.	151,13
6	Calle 127 - Kra 9	Tipo 1	14 15 16	Usaquén Country Club Santa Bárbara	Usaquén: Consolidación con densificación moderada Consolidación con cambio de patrón Country Club: Consolidación servicios urbanos especiales Consolidación densificación moderada. Consolidación urbanística Santa Bárbara: Consolidación urbanística Consolidación con densificación moderada	Usaquén: Residencial con comercio y servicios delimitados. Comercio y servicios - Comercio cualificado CountryClub: Dotacional - Equipamientos colectivos Residencial Neta Residencial con comercio y servicios delimitados. Santa Bárbara: Residencial con comercio y servicios delimitados. Comercio y servicios - Grandes superficies comerciales	ZT-86: 125,25 hab/ha. ZT-153: 49,05 hab/ha. ZT-87: 76,01 hab/ha. ZT-147: 168,33 hab/ha.	104,66
7	Calle 85A - Kra 86	Tipo 3 (CIM)	29 30	Minuto de Dios Boyacá Real	Minuto de Dios: Consolidación con densificación moderada Boyacá Real: Consolidación con densificación moderada Consolidación servicios urbanos especiales Desarrollo Renovación - reactivación	Minuto de Dios: Comercio y servicios - Comercio aglomerado Residencial con comercio y servicios en vivienda Boyacá Real: Residencial con comercio y servicios en vivienda Dotacional - Equipamiento Colectivo Área urbana integral - Residencial Comercio y servicios - Comercio cualificado	ZT-129: 318,85 hab/ha. ZT-125: 307,17 hab/ha. ZT-185: 345,41 hab/ha. ZT-184: 244,86 hab/ha.	304,07
8	Calle 80 - Kra 72	Tipo 2	26 29 30	Las Ferias Minuto de Dios Boyacá Real	Las Ferias: Desarrollo Consolidación con densificación moderada Consolidación con cambio de patrón. Consolidación de sectores urbanos especiales Minuto de Dios: Consolidación urbanística Consolidación de sectores urbanos especiales Boyacá Real: Consolidación urbanística Consolidación de sectores urbanos especiales Consolidación con densificación moderada	Las Ferias: Área urbana integral - Uso Múltiple Residencial con comercio y servicios delimitados. Comercio y servicios - Comercio cualificado. Dotacional - Parques zonales Minuto de Dios: Residencial con comercio y servicios delimitados. Dotacional - Equipamientos colectivos Comercio y servicios - Grandes superficies comerciales Boyacá Real: Residencial con comercio y servicios delimitados. Dotacional - Parque zonal Tabora Área urbana integral - Uso Múltiple	ZT-178: 74,54 hab/ha. ZT-180: 224,14 hab/ha. ZT-131: 307,66 hab/ha. ZT-181: 146,56 hab/ha.	188,23
9	Calle 80 - Kra 30	Tipo 2	98 21 22	Los Alcázares Los Andes Doce de Octubre	Los Alcázares: Conservación con sectores de interés cultural con vivienda en serie Consolidación con cambio de patrón Renovación modalidad reactivación Los Andes: Renovación modalidad reactivación Consolidación urbanística Doce de Octubre: Consolidación densificación moderada Renovación modalidad reactivación	Los Alcázares: Residencial con comercio y servicios delimitados. Comercio y servicios - Comercio aglomerado Los Andes: Comercio y servicios - Comercio aglomerado Residencial con comercio y servicios delimitados. Dotacional - Servicios urbanos básicos Doce de Octubre: Residencial con actividad económica Comercio y servicios - Comercio aglomerado	ZT-168: 191,19 hab/ha. ZT-223: 207,80 hab/ha. ZT-169: 339,14 hab/ha. ZT-173: 311,74 hab/ha.	262,47



PRODUCTO N° 05  
DOCUMENTO DE CARACTERIZACIÓN DEL SITP  
PARA CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

MB-GC-ME-0005  
Rev. 1 Pág. 103 de 119

# Punto estratégico	Dirección	Tipo de punto de intercambio	No. UPZ	Nombre UPZ	PARÁMETROS DE INTEGRACIÓN URBANA			
					Tratamientos por punto de integración urbana	Usos de suelo	Densidad por zona de transporte	Densidad prom. hab/ha (año inicial 2008)
10	Calle 110 Kra 9	Tipo 1 en 2018 Tipo 3 en 2038	14 16	Usaquén Santa Bárbara	<b>Usaquén:</b> Consolidación urbanística Desarrollo Renovación modalidad reactivación Consolidación con densificación moderada <b>Santa Bárbara:</b> Consolidación con densificación moderada Consolidación de sectores urbanos especiales	<b>Usaquén:</b> Residencial Neta Comercio y servicios - Grandes superficies comerciales Comercio y servicios - Servicios empresariales Área urbana integral - Múltiple Residencial con comercio y servicios delimitados. <b>Santa Bárbara:</b> Residencial con comercio y servicios delimitados. Dotacional - Servicios urbanos básicos.	ZT-152: 80,28 hab/ha. ZT-148: 140,55 hab/ha.	110,42
11	Calle 67 - Kra 35	Tipo 2	98 22	Los Alcázares Doce de Octubre	<b>Los Alcázares:</b> Consolidación con cambio de patrón Consolidación urbanística Consolidación de sectores urbanos especiales Renovación modalidad reactivación <b>Doce de Octubre:</b> Consolidación con cambio de patrón. Consolidación de sectores urbanos especiales	<b>Los Alcázares:</b> Comercio y servicios - Comercio aglomerado Residencial con comercio y servicios delimitados Dotacional - Servicios urbanos básicos <b>Comercio y servicios - Servicios al automóvil</b> <b>Doce de Octubre:</b> Comercio y servicios - Comercio aglomerado Dotacional - Equipamientos colectivos Residencial con actividad económica	ZT-227: 151,13 hab/ha. ZT-221: 168,89 hab/ha.	160,01
12	Calle 64 - Kra 11	Tipo 2	99	Chapinero	<b>Chapinero:</b> Consolidación con cambio de patrón Renovación urbana - reactivación	<b>Chapinero:</b> Comercio y servicios - Comercio cualificado	ZT-255: 151,30 hab/ha.	151,30
13	Calle 42A - Kra 13	Tipo 2	99	Chapinero	<b>Chapinero:</b> Consolidación con cambio de patrón Renovación urbana - reactivación Conservación de sector de interés cultural Consolidación de sectores urbanos especiales	<b>Chapinero:</b> Comercio y servicios - Comercio cualificado Comercio y servicios - Especial de servicios Dotacional - equipamientos colectivos	ZT-277: 164,37 hab/ha.	164,37
14	Calle 26 - Kra 86	Tipo 3 (Aeropuerto)	116 115	Alamos Capellania	<b>Alamos:</b> Consolidación urbanística Consolidación de sectores urbanos especiales <b>Capellania:</b> Sin reglamentar	<b>Alamos:</b> Residencial Neta Comercio y servicios - Servicios empresariales e industriales <b>Capellania:</b> Sin reglamentar	ZT-302: 53,15 hab/ha. ZT-306: 43,98 hab/ha.	48,57
15	Calle 48 - Kra 72	Tipo 2	31 115 110	Santa Cecilia Capellania Ciudad Salitre Occidental	<b>Santa Cecilia:</b> Consolidación con densificación moderada Renovación urbana: modalidad reactivación <b>Capellania:</b> Sin reglamentar <b>Ciudad Salitre Occidental:</b> Desarrollo Consolidación de sectores urbanos especiales	<b>Santa Cecilia:</b> Residencial con comercio y servicios - delimitados Comercio y Servicios: Servicios empresariales Comercio y Servicios: Servicios empresariales e industriales <b>Capellania:</b> Sin reglamentar <b>Ciudad Salitre Occidental:</b> Área urbana integral - Múltiple Comercio y Servicios: Servicios empresariales	ZT-300: 145,77 hab/ha. ZT-301: 214,92 hab/ha. ZT-320: 96,39 hab/ha. ZT-322: 163,03 hab/ha.	155,03
16	Calle 22D - Kra 66	Tipo 2	104 109	Parque Simón Bolívar-CAN Ciudad Salitre Oriental	<b>Parque Simón Bolívar:</b> Consolidación de sectores urbanos especiales Consolidación densificación moderada <b>Ciudad Salitre Oriental:</b> Consolidación de sectores urbanos especiales Desarrollo Consolidación urbanística	<b>Parque Simón Bolívar:</b> Dotacional-Servicios urbanos básicos Residencial-comercio y servicios delimitados <b>Ciudad Salitre Oriental:</b> Dotacional-Servicios urbanos básicos Urbana integral - Múltiple Dotacional - Equipamientos colectivos Residencial Neta	ZT-298: 12,71 hab/ha. ZT-327: 89,58 hab/ha.	51,15
17	Calle 24 - Kra 10	Tipo 2	93	Las Nieves	<b>Las Nieves:</b> renovación urbana - redesarrollo y reactivación	<b>Las Nieves:</b> Área de actividad central	ZT-354: 125,36 hab/ha. ZT-355: 120,36 hab/ha.	122,86
18	Calle 22 - Kra 86	Tipo 3 (CIM)	114	Modelia Granjas de Techo	<b>Granjas de Techo:</b> Consolidación urbanística <b>Modelia:</b> Consolidación urbanística	<b>Granjas de Techo:</b> Residencial con comercio y servicios <b>Modelia:</b> Residencial con comercio y servicios delimitados	ZT-318: 204,70 hab/ha. ZT-317: 145,44 hab/ha.	175,07
19	Calle 22 - Kra 72	Tipo 2	110 114 112	Ciudad Salitre Occidental Granjas de Techo Modelia	<b>Ciudad Salitre Occidental:</b> Consolidación urbanística Consolidación de sectores urbanos especiales <b>Granjas de Techo:</b> Consolidación de sectores urbanos especiales Desarrollo <b>Modelia:</b> Consolidación de sectores urbanos especiales Desarrollo Consolidación urbanística	<b>Ciudad Salitre Occidental:</b> Residencial Neta Dotacional - Servicios urbanos básicos <b>Granjas de Techo:</b> Industrial Área urbana integral - Múltiple <b>Modelia:</b> Dotacional - Parque zonal san Francisco Área urbana integral - Múltiple Comercio y servicios - Grandes Superficies Comerciales	ZT-322: 163,03 hab/ha. ZT-321: 48,59 hab/ha. ZT-323: 45,10 hab/ha. ZT-324: 0,97 hab/ha.	64,42
20	Calle 23 - Kra 68	Tipo 2	109 110 112 111	Ciudad Salitre Oriental Ciudad Salitre Occidental Granjas de Techo Puente Aranda	<b>Ciudad Salitre Oriental:</b> Consolidación de sectores urbanos especiales Consolidación urbanística Desarrollo Renovación urbana <b>Ciudad Salitre Occidental:</b> Consolidación urbanística Renovación urbana <b>Granjas de Techo:</b> Consolidación de sectores urbanos especiales <b>Puente Aranda:</b> Consolidación de sectores urbanos especiales Desarrollo Renovación urbana	<b>Ciudad Salitre Oriental:</b> Dotacional- Equipamientos colectivos Residencial Neta Área Urbana integral - Múltiple Industrial <b>Ciudad Salitre Occidental:</b> Residencial Neta Industrial <b>Granjas de Techo:</b> Industrial <b>Puente Aranda:</b> Industrial Área Urbana integral - Múltiple Dotacional- Equipamientos deportivos y recreativos Dotacional- Servicios urbanos básicos	ZT-327: 89,58 hab/ha. ZT-322: 163,03 hab/ha. ZT-324: 0,97 hab/ha. ZT-325: 1,35 hab/ha. ZT-326: 1,64 hab/ha.	50,99
21	Calle 22 - Kra 32	Tipo 3	108	Zona Industrial	<b>Zona Industrial:</b> Renovación urbana Consolidación urbanística	<b>Zona Industrial:</b> Industria Residencial con actividad económica Comercio y servicios - grandes superficies comerciales	ZT-365: 1,91 hab/ha. ZT-366: 92,34 hab/ha. ZT-364: 8,86 hab/ha.	34,37
22	Calle 16 - Kra 18	Tipo 3	102	La Sabana	<b>La Sabana:</b> Consolidación de sectores urbanos especiales Renovación urbana: modalidad reactivación Renovación urbana: modalidad redesarrollo Consolidación con densificación moderada Consolidación con cambio de patrón Desarrollo Consolidación urbanística	<b>La Sabana:</b> Dotacional - Servicios urbanos básicos Comercio y servicios - comercio cualificado Residencial con comercio y servicios en vivienda Dotacional - Equipamientos colectivos Área urbana integral - Múltiple Residencial neta	ZT-362: 44,79 hab/ha. ZT-442: 198,49 hab/ha.	121,64
23	Calle 17 - Kra 10	Tipo 2	93	Las Nieves	<b>Las Nieves:</b> renovación urbana - redesarrollo y reactivación	<b>Las Nieves:</b> Área de actividad central	ZT-455: 60,57 hab/ha.	50,99



PRODUCTO N° 05  
DOCUMENTO DE CARACTERIZACIÓN DEL SITP  
PARA CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO

MB-GC-ME-0005  
Rev. 1 Pág. 104 de 119

# Punto estratégico	Dirección	Tipo de punto de intercambio	No. UPZ	Nombre UPZ	PARÁMETROS DE INTEGRACIÓN URBANA			
					Tratamientos por punto de integración urbana	Usos de suelo	Densidad por zona de transporte	Densidad prom. hab/ha (año inicial 2008)
24	Calle 60 Bis - Kra 86	Tipo 2	46 79 82 80	Castilla Calandaima Patio Bonito Corabastos	Castilla: Desarrollo Calandaima: Sin información Patio Bonito: Mejoramiento Integral modalidad complementaria Corabastos: Desarrollo Mejoramiento Integral modalidad complementaria Renovación urbana modalidad reactivación	Castilla: Área urbana integral - Residencial Calandaima: Sin información Patio Bonito: Residencial con actividad económica en la vivienda Corabastos: Residencial con actividad económica en la vivienda Comercio y servicios - comercio aglomerado	ZT-394: 215,07 hab/ha. ZT-396: 207,58 hab/ha. ZT-411: 508,04 hab/ha. ZT-410: 435,96 hab/ha.	341,67
25	Calle 6 - Kra 72	Tipo 2	113 46 44	Américas Castilla Bavaria	Américas: Consolidación urbanística Castilla: Consolidación con densificación moderada Consolidación urbanística Bavaria: Consolidación sectores urbanos especiales Consolidación urbanística	Américas: Residencial con comercio y servicios - delimitados Castilla: Residencial con comercio y servicios - delimitados Bavaria: Industrial Residencial con comercio y servicios - delimitados	ZT-386: 186,75 hab/ha. ZT-389: 208,09 hab/ha. ZT-419: 144,19 hab/ha. ZT-421: 202,88 hab/ha.	185,48
26	Calle 8 - Kra 68	Tipo 2	111 113 44 43	Puente Aranda Américas Bavaria San Rafael	Puente Aranda: Renovación urbana Américas: Consolidación urbanística Desarrollo Mejoramiento Integral Complementario Consolidación de sectores urbanos especiales Bavaria: Consolidación de sectores urbanos especiales Desarrollo Consolidación urbanística San Rafael: Consolidación con densificación moderada Renovación - reactivación	Puente Aranda: Comercio y servicios - comercio cualificado Residencial con actividad económica en la vivienda Industrial Américas: Comercio y servicios - comercio cualificado Área urbana integral - Residencial Residencial con comercio y servicios en vivienda Dotacional - Parque zonal La Igualdad Bavaria: Dotacional - Equipamientos colectivos Residencial con comercio y servicios delimitados Comercio y servicios - comercio cualificado Industrial San Rafael: Comercio y servicios - comercio aglomerado Industrial	ZT-384: 11,98 hab/ha. ZT-385: 14,08 hab/ha. ZT-383: 91,95 hab/ha. ZT-381: 99,50 hab/ha.	54,38
27	Calle 1 - Tv 42	Tipo 2	108	Zona Industrial	Zona Industrial: Consolidación de sectores urbanos especiales Renovación urbana	Zona Industrial: Industria Comercio y servicios - comercio cualificado Dotacional - Servicios urbanos básicos	ZT-367: 4,80 hab/ha. ZT-368: 2,57 hab/ha. ZT-369: 4,62 hab/ha. ZT-370: 3,17 hab/ha.	3,79
28	Calle 43S - Kra 86C Bis	Tipo 1	82 83	Patio Bonito Las Margaritas	Patio Bonito: Consolidación de sectores urbanos especiales Consolidación urbanística Mejoramiento Integral modalidad complementaria Mejoramiento Integral modalidad reestructurante Las Margaritas: Sin información	Patio Bonito: Dotacional - Equipamientos colectivos Residencial con comercio y servicios delimitados Residencial con actividad económica en la vivienda Las Margaritas: Sin información	ZT-528: 324,00 hab/ha. ZT-530: 87,76 hab/ha.	205,88
29	Calle 26 - Kra 72B	Tipo 2 en 2028	44 45	Américas Carvajal	Américas: Consolidación urbanística Consolidación con densificación moderada Consolidación con cambio de Patrón Carvajal: Consolidación urbanística Consolidación con cambio de Patrón Consolidación con densificación moderada	Américas: Residencial con comercio y servicios - delimitados Comercio y servicios - comercio cualificado Carvajal: Residencial con actividad económica en la vivienda Comercio y servicios - comercio cualificado Comercio y servicios - comercio aglomerado	ZT-422: 281,49 hab/ha. ZT-420: 246,23 hab/ha. ZT-520: 216,18 hab/ha. ZT-519: 214,69 hab/ha.	239,65
30	Kra 68 - Diag 23	Tipo 2 en 2038	43 44	San Rafael Muzu Américas Carvajal	San Rafael: Consolidación con densificación moderada Muzu: Consolidación con densificación moderada Américas: Consolidación urbanística Consolidación con cambio de Patrón Carvajal: Consolidación urbanística Consolidación con cambio de Patrón Consolidación con densificación moderada	San Rafael: Residencial con comercio y servicios - delimitados Residencial con actividad económica en vivienda Muzu: Residencial con comercio y servicios en vivienda Residencial con comercio y servicios - delimitados Comercio y servicios - comercio cualificado Carvajal: Residencial con actividad económica en vivienda Comercio y servicios - comercio cualificado Residencial con comercio y servicios - delimitados	ZT-424: 180,18 hab/ha. ZT-423: 166,89 hab/ha.	173,54
31	Calle 45A - Tv 60	Tipo 2	45 42	Carvajal Venecia	Carvajal: Consolidación de sectores urbanos especiales Desarrollo Consolidación con densificación moderada Venecia: Consolidación de sectores urbanos especiales Renovación modalidad reactivación Consolidación urbanística	Carvajal: Industrial Residencial con actividad económica en la vivienda Venecia: Industrial Comercio y servicios - Servicios empresariales Residencial con actividad económica en la vivienda Residencial comercio y servicios delimitados	ZT-539: 180,34 hab/ha. ZT-540: 179,24 hab/ha. ZT-573: 227,27 hab/ha. ZT-574: 268,43 hab/ha.	213,82
32	Calle 45 - Kra 52	Tipo 1	41 45 42	Muzu Carvajal Venecia	Muzu: Consolidación con densificación moderada Consolidación urbanística Carvajal: Consolidación con densificación moderada Desarrollo Venecia: Renovación modalidad reactivación Consolidación de sectores urbanos especiales Consolidación con densificación moderada	Muzu: Residencial con comercio y servicios en vivienda Residencial con comercio y servicios delimitados. Carvajal: Industrial Residencial con actividad económica en la vivienda Venecia: Residencial con actividad económica en la vivienda Dotacional - servicios urbanos básicos Comercio y servicios - Comercio aglomerado	ZT-513: 237,69 hab/ha. ZT-517: 310,50 hab/ha. ZT-575: 270,18 hab/ha.	272,79
33	Boyaca - Mariscal de Sucre	Tipo 1	43	Venecia	Venecia: Consolidación urbanística Consolidación de sectores urbanos especiales	Venecia: Residencial Neta Comercio y servicios - Grandes superficies comerciales Dotacional - Servicios urbanos básicos Residencial con comercio y servicios delimitados	ZT-631: 201,60 hab/ha. ZT-630: 202,53 hab/ha. ZT-632: 0,07 hab/ha.	134,73

Fuente: Elaboración propia

## Integración física y urbana

	<u>Conflictos / Amenazas</u>	<u>Potencialidades / Oportunidades</u>
<b>Integración urbana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Articulación urbanística imprescindible a no ser que se quiera generar un proyecto aislado sin continuidad ni integración.</li> <li>Coherencia entre usos de suelo y actividad metro, para evitar generación de actividades urbanas que no coinciden con las características de estación (p. ej. introducir usos comerciales no compatibles con la actividad residencial)...</li> <li>Riesgo de concentrar el manejo del impacto urbanístico en sitios restringidos (estaciones) sin ver el potencial en sectores más amplios (mayores radios de influencia)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metro como elemento dinamizador de corredores ligados a futuras actuaciones urbanísticas, coherencia con tendencias de desarrollo urbano de la ciudad</li> <li>Integrar usos y construcciones con las estaciones que permiten recuperación de áreas deterioradas, generación procesos de densificación en corredores, consolidación de centralidades y polos, desarrollo y nueva urbanización de zonas seleccionadas, apoyo a proyectos de renovación urbana (nuevas actividades + espacio público), usos complementarios que revitalicen alrededores, etc.</li> <li>Metro contribuye a la distribución equilibrada de las principales actividades de la ciudad</li> </ul>
<b>Inclusión social</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Integración de servicios complementarios al transporte: servicios institucionales, de seguridad, etc.</li> </ul>
<b>Integración física</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disponibilidad de suelo para metro e instalaciones asociadas (cochera, talleres.)</li> <li>Viarío previsto (durante construcción metro y después) y estado de la oferta vial para organizar alimentación</li> <li>Corredores de mayor demanda ocupados por troncales TransMilenio</li> <li>El espacio alrededor de los accesos a las estaciones se verá afectado: p. ej. salidas/entradas de estaciones en sitios hoy congestionados aumentan la aglomeración de peatones, y puede obstruir el paso normal de peatones que no utilicen la estación. Riesgo de saturación de espacios públicos que hoy tienen alta actividad (p.ej. la plaza de Lourdes o la esquina de la Iglesia de La Porciúncula).</li> <li>Congestión por nuevas necesidades de transporte (terminales improvisados de taxis)</li> <li>Deterioro de ejes urbanos ya consolidados, como la Carrera 11, que es hoy una de las vías de la ciudad con mayor calidad paisajística.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se requiere adquirir predios en forma masiva por desarrollarse la mayor parte de la red de metro en espacio público.</li> <li>Posibilidad de aprovechamiento de los corredores ferroviarios urbanos.</li> <li>Oportunidad para reordenar el tráfico viario afectado por la construcción. Por ejemplo, posibilidad de aprovechar la entrada en servicio de la PLM para crear anillos urbanos de gestión especializada (tipo peaje urbano)</li> <li>Los intercambiadores con el metro como elemento más determinante pueden ser la oportunidad para poner en práctica nuevos diseños arquitectónicos y de gestión.</li> <li>Posibilidad de organizar flujos y mejorar condiciones del espacio público (p. ej. peatonalización de vías para intercambio modal aprovechando vías que no se requieren más para el transporte público), aumentar actividad en sitios subutilizados</li> <li>Posibilidad de aprovechar actuaciones identificadas en proyectos del PIM</li> </ul>



<b>Integración territorial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Articulación necesaria con los CIM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Metro como herramienta para conseguir determinado modelo de ciudad y de integración territorial de la ciudad</li> <li>▪ Descongestión accesos interurbanos si metro funciona como complemento urbano a los servicios de cercanías</li> <li>▪ Dinamización de relaciones urbano-regionales si buen diseño de los puntos de intercambio metro / tren y metro / CIM</li> </ul>
--------------------------------	--	--

### 5.2.2 Integración funcional

	<b><u>Conflictos / Amenazas</u></b>	<b><u>Potencialidades / Oportunidades</u></b>
<b>Modelo conceptual</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tratamiento de la superposición y competencia metro / servicio urbano del tren de cercanías</li> <li>▪ La aparición de la red de Metro puede suponer la generación de nuevas rutas de alimentación y la desaparición de rutas auxiliares atendiendo otras necesidades en los mismos corredores (viajes más cortos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aprovechamiento del trazado subterráneo del metro (no sujeto al sistema vial, en función de la tecnología de construcción escogida) para ajustarse a las líneas de deseo de movilidad no vinculadas a arterias viales principales</li> <li>▪ Metro 2028 y 2038 como elemento de circunvalación a la ciudad, como elemento de articulación de una red masiva más transversal</li> <li>▪ Posibilidad de usar las líneas de metro como elemento transversal de enlace entre corredores actuales TM para conformar un esquema en malla con amplia cobertura espacial y accesibilidad mejorada.</li> </ul>
<b>Conectividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La intermodalidad del metro tiene unas características específicas en el caso de estaciones subterráneas (accesibilidad vertical, seguridad), a las que, en estos momentos, no está acostumbrado el usuario. La intermodalidad siempre supone un rechazo inicial en los usuarios no habituados, en particular los en condiciones de movilidad reducida.</li> <li>▪ Los enlaces con el metro requieren de ejecutar la línea lo más superficialmente posible de forma que minimizan los recorridos de los usuarios, con paraderos de buses anexos a las estaciones para evitar cruzar las calles, y con comunicaciones verticales facilitadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En el futuro próximo se van a desarrollar proyectos tales como el Plan de Intercambiadores, el Plan de Estacionamientos, los Terminales Satélites que van a propiciar en gran manera la Intermodalidad.</li> <li>▪ Algunas de las actuaciones identificadas en estos proyectos pueden ser acondicionadas como centros de intermodalidad también con el metro. En sentido inverso, la determinación de los intercambiadores modales del metro puede servir para la reformulación de los Planes anteriores.</li> <li>▪ La experiencia actual de los portales TM permite analizar el comportamiento y la actitud de los usuarios actuales frente a la intermodalidad, identificar errores y articular soluciones de futuro.</li> </ul>



<b>Integración tarifaria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La estructura tarifaria para el metro debe ser estudiada con profundidad para no constituir una competencia modal</li> <li>▪ La distribución espacial de los estratos sociales hace complejo el eventual establecimiento de una tarifa basada en el poder adquisitivo para su implantación y lectura. Las tarifas diferenciales y los beneficios deberán siempre ser concebidos fuera del origen-destino de los viajes, para no perjudicar la justicia social (ejemplo: personas de labor que viajan en zonas de estratos de alto poder adquisitivo...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La inclusión de Cercanías puede representar una oportunidad para tratar el sistema tarifario como de ámbito metropolitano.</li> <li>▪ La incorporación del metro podría aprovecharse para implementar un cambio tarifario estructural: instaurar una diferenciación más clara de tarifas entre los modos más eficaces (más rápidos, mayor frecuencias,...) y el resto o instaurar unas tarifas zonales, de acuerdo con la localización del metro como elemento central estructurante de la red.</li> </ul>
------------------------------	--	---

### 5.2.3 Integración operacional

	<b><u>Conflictos / Amenazas</u></b>	<b><u>Potencialidades / Oportunidades</u></b>
<b>Oferta de servicios, flexibilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Un aspecto importante a la hora de conseguir un verdadero sistema integrado es la coordinación de tiempos de funcionamiento y horarios entre los diversos modos. El sistema metro funciona con frecuencias más que con horarios, los buses de aportación y distribución tendrían que adaptar sus intervalos de paso a los del metro, considerando al metro el nivel más alto de prioridad.</li> <li>▪ Para los horarios de funcionamiento, es importante tener en cuenta que los costos de operación del metro y los problemas de seguridad aconsejan en muchos casos la prohibición de apertura de estos sistemas en horarios nocturnos.</li> <li>▪ La capacidad importante del metro supone menores frecuencias que los actuales servicios de troncales TransMilenio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El metro como soporte a corredores viales congestionados conlleva niveles de calidad y confort superiores a los actuales.</li> </ul>
<b>Gestión y control</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los sistemas ferroviarios suponen un cambio de cultura y de tecnología en la gestión y control de la flota.</li> <li>▪ Aparición de necesidades y requerimientos nuevos (p. ej. seguridad ferroviaria)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El sistema TransMilenio tiene ya una experiencia en el tema de gestión y control coordinados que puede ser aprovechada en el futuro + experiencia que será adquirida en proceso de migración del TPC al sistema TransMilenio.</li> <li>▪ La integración de Cercanías en el sistema SITP, con simultaneidad al metro, puede tener efectos muy positivos en el momento de elección y coordinación de flotas y tecnologías, la aparición de modelos de operación novedosos y eficaces (conducción automática...), compartir procedimientos y equipos</li> </ul>

#### 5.2.4 Integración organizacional

	<b><u>Conflictos / Amenazas</u></b>	<b><u>Potencialidades / Oportunidades</u></b>
<b>Modelo institucional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La participación del alto número de entidades (también en mismo orden distrital) requiere coordinación exacta y decidida para implantación de proyectos (Tren o Metro) para mitigar los conflictos de intereses, facilitar y agilizar los procesos de toma de decisión, y gestionar la consecución de recursos. En particular para el desarrollo de los proyectos de renovación urbana que puede generar el sistema.</li> <li>▪ La constitución de una entidad gestora única requiere un proceso largo de negociación entre instituciones hasta su conformación.</li> <li>▪ Gradualidad del diseño del SITP y del metro (desarrollo componentes, ejecución de obras, implementación...) excede límites del mandato de un gobierno. Las sucesivas administraciones deben demostrar persistencia para dar prioridad al mejoramiento de las condiciones de movilidad, por encima de cualquier interés particular o tradicional y de las dificultades propias del proceso de cambio.</li> <li>▪ Alta capacidad de gestión política para poder superar los conflictos entre los intereses afectados por la profunda reestructuración de la industria productora del servicio de transporte público</li> <li>▪ Desarrollo simultáneo de proyectos ferroviarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ TransMilenio S.A. puede ser un buen germen para el desarrollo de una entidad gestora del transporte metropolitano por encima de intereses y que represente todos agentes.</li> <li>▪ La eventual creación de una entidad gestora del proyecto del tren de cercanías, con participación o representación de todas administraciones (entidades estatales de cada orden) a nivel directorio, sería un modelo a seguir por la solución que aporte a posibles conflictos de competencias entre entidades participantes.</li> <li>▪ Experiencia del distrito en procesos de reorganización del transporte público</li> <li>▪ Voluntad política</li> </ul>
<b>Modelo de negocio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La integración de la PLM en el SITP podría generar cambios en la operación actual del TP (integración de un nuevo modo y tecnología, modificación política tarifaria) lo que podría implicar modificaciones en los contratos vigentes, generando situaciones de conflicto...</li> <li>▪ La aparición del metro puede suponer una amenaza para algunas de las concesiones actuales, cuyas demandas puedan quedar afectadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los términos de referencia asociados al futuro contrato del Metro pueden servir como base y modelo para establecer claramente las funciones y objetivos, así como los mecanismos de control y vigilancia de niveles de servicio</li> </ul>



<b>Financiación, remuneración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El proceso de negociación entre diferentes agentes para establecer la tarifa técnica de equilibrio con el fin de cubrir los costos de operación es largo y complejo. La aparición posterior del metro en la estructura de tarifa integrada puede llevar a un cambio de la remuneración técnica y un aumento de la tarifa comercial que no sea asumido por los demás agentes ni aceptado por los usuarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta capacidad de recuperar la inversión al utilizar herramientas como el cobro de plusvalías y valorización en áreas de renovación y desarrollo urbanístico.</li> </ul>
---------------------------------------	---	---

### 5.2.5 Integración tecnológica

	<u>Conflictos / Amenazas</u>	<u>Potencialidades / Oportunidades</u>
<b>Vehículos, instalaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los sistemas ferroviarios suponen un cambio de cultura y de tecnología en el mantenimiento de flota e infraestructuras, instalaciones de apoyo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La integración de Cercanías en el sistema SITP, con simultaneidad al metro, puede tener efectos muy positivos en el momento de elección y coordinación de flotas y tecnologías, la aparición de modelos de operación novedosos y eficaces (conducción automática...), compartir procedimientos y equipos</li> </ul>



<b>Recaudo y control acceso</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ La rigidez tecnológica y/o capacidad limitada del SIRCI puede representar una debilidad para su extensión y cobertura de todos los modos dentro de un sistema integrado.</li><li>▪ Respecto al control de los ingresos, deberá conseguirse una homogeneización en el sistema de control e información que asegure a los diversos agentes un conocimiento real de los usuarios del sistema y de las tasas de fraude, puesto que posiblemente no sea equiparable en términos de complejidad la consecución de los mismos niveles de control de fraude en uno que en otro modo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ La implantación exitosa del SIRCI logrará conseguir un nivel alto de confianza en el sistema, por parte de los usuarios como de los diferentes agentes del sistema integrado.</li><li>▪ La sofisticación tecnológica, de alta exigencia informática y logística, requiere conocimientos especializados de complejos procesos informáticos y tecnológicos</li></ul>
<b>Comunicaciones , informaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Las operaciones y procedimientos del Metro son bastante distintos a los de la tecnología BUS, por lo que este aspecto puede ser relevante a la hora de determinar el posible aprovechamiento del SIRCI para el metro.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Las tecnologías y protocolos del sistema de información para el metro pueden servir de base para un sistema integrado de información al usuario</li><li>▪ Extensión del SIRCI a nuevas infraestructuras intermodales, inclusión del estado de la red viaria.</li></ul>



### 5.2.6 Aceptación y aprobación pública

	<b><u>Conflictos / Amenazas</u></b>	<b><u>Potencialidades / Oportunidades</u></b>
<b>Punto de vista Usuarios</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Resistencia al cambio</li><li>▪ Legibilidad de la estructura funcional del sistema</li><li>▪ Satisfacción e imagen del SITP en función del éxito de su implementación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Procesos de divulgación y difusión del SITP con los actores actuales del transporte, para incentivar su participación en los procesos de implementación</li><li>▪ Campañas institucionales de información a la ciudadanía acerca del nuevo sistema</li><li>▪ Apropiación social mediante participación ciudadana</li></ul>

### 5.3 Recomendaciones

El análisis llevado a cabo en el apartado anterior permite definir prioridades estratégicas para lograr la integración en cada uno de los aspectos previamente analizados de la futura red de metro con los demás componentes del sistema de transporte público,

#### 5.3.1 Acciones para mitigar problemas y aprovechar oportunidades en cada aspecto de Integración.

##### A. Integración física y territorial:

- El análisis realizado permite proponer una integración física de las instalaciones asociadas al Sistema de Transporte Público y el metro de forma tal que se promueva la integración entre modos de transporte y minimice a los usuarios los impactos generados por los transbordos, permitiendo la realización de viajes más continuos y reduciendo los tiempos de caminata y acceso al sistema.
- El desarrollo de la PLM debería propender al desarrollo de zonas deprimidas mejorando su atractivo urbano. Esto se podría lograr mediante el desarrollo de actuaciones en las estaciones que coadyuven a generar actividades acordes con el uso del suelo de la zona de influencia de dichas actuaciones.
- La implementación del metro debería servir como herramienta para conseguir un modelo de ciudad acorde con las políticas de planeación y de integración territorial de la ciudad previstas por la Administración. Este análisis debería tener en cuenta las características de la zona de influencia de la PLM y los futuros proyectos urbanos que se desarrollen como consecuencia de la implantación de la PLM.
- Buscar mayor integración regional y desarrollar los puntos de intercambio modal en todas las entradas a Bogotá
- Incrementar el nivel de seguridad y calidad en la prestación de los servicios al usuario
- Potenciar Nuevos Sistemas de Transporte y Promoción de la Intermodalidad.

##### B. Integración Funcional

Los principales aspectos funcionales que deberá considerar la implementación de la PLM dentro del SITP están relacionados con el modelo conceptual, la integración tarifaria, la información a los usuarios y la intermodalidad.

En este sentido, se deberá analizar la estructura tarifaria del SITP teniendo en cuenta la entrada en operación de la primera línea de Metro considerando entre otros:

- Integración y articulación de la totalidad de elementos del SITP, Metro y Tren de Cercanías.
- Los Supuestos de política tarifaria con las autoridades locales.
- Los Costos de operación
- Evaluar y/o rediseñar el mecanismo de ajuste de la tarifa técnica del SITP
- Compatibilidad de la Primera Línea del Metro con el esquema tarifario del SITP.
- Realizar un análisis integral del Sistema Tarifario y del Sistema Único de Recaudo (ingresos y recaudos) con el que cuenta el SITP para articularlo con la PLM

En cuanto a la integración tarifaria se deberá proponer un sistema que sea compatible con el SITP y que sea capaz de integrarse plenamente en el SIRCI.

Así mismo, se deberá estudiar la implantación de los sistemas de recaudo de la PLM compatibles con el sistema que se implante en el SITP, de manera que se puedan utilizar las mismas especificaciones para los equipos y sistemas de billeteo.

El sistema de gestión de información al usuario debería ser compatible con el sistema seleccionado para el SITP, para garantizar la coherencia de mensajes difundidos al usuario dentro del sistema.

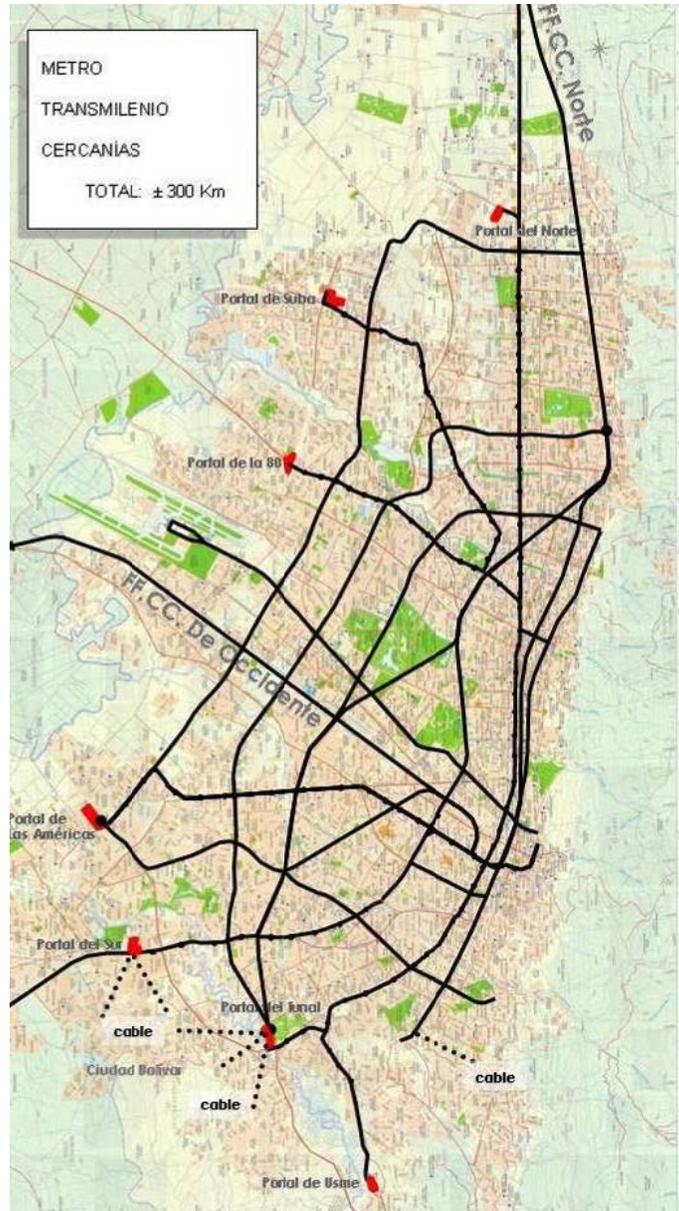
A la vista de los análisis realizados en el presente documento, se propone conceptualizar el conjunto del transporte masivo<sup>29</sup> como una red mallada cuya función es la de potenciar determinadas conexiones entre puntos de acceso. En este planteamiento, el desarrollo de pretruncas tipo BRT puede darse como una prefiguración de las futuras líneas de metro cuya construcción y puesta en servicio se proyecte a largo plazo.

A partir de la red de metro seleccionada para el escenario 2038, la RED del SITP propuesta por el Grupo Consultor es la que se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** pudiendo alcanzar una longitud total de los modos de transporte masivo (Metro, TransMilenio y Cercanías) de aproximadamente 300 Km.

---

<sup>29</sup> Troncales TransMilenio, Metro, Tren de cercanías

Figura 5-4 Configuración de la red masiva del SITP propuesta para el escenario 2038



Fuente: Elaboración propia

Atado al nivel masivo anterior, la red mallada de autobús se concibe como un subsistema con múltiples orígenes y destinos dando servicio a las relaciones no cubiertas por los modos masivos. Se propone una diferenciación del componente flexible de cara al modo masivo, dado que su integración física se plasma diferentemente con el modo ferroviario y el modo troncal TransMilenio. En este sentido, se propone no limitar la función de captación / distribución del metro a las rutas alimentadoras del SITP, sino permitir transferencias a los viajeros de todas las rutas de bus que pasen a proximidad de una estación de metro, en condiciones físicas y eventualmente tarifarias iguales, sean rutas auxiliares o alimentadoras/complementarias.

La inserción del tren o metro a desnivel respecto al viario (inserción elevada o subterránea) permite la superposición de rutas de buses sobre los ejes servidos por los modos ferroviarios. Esas rutas deberían contar con paradas más frecuentes y por ende una velocidad comercial menor que los modos masivos. De esta forma, la oferta de buses puede considerarse como complementaria y todos los modos contribuirían de forma conjunta a una mejora global de la oferta en la zona que sirven.

Se deberá profundizar en la propuesta de reestructuración de rutas del SITP con la entrada en operación del metro.

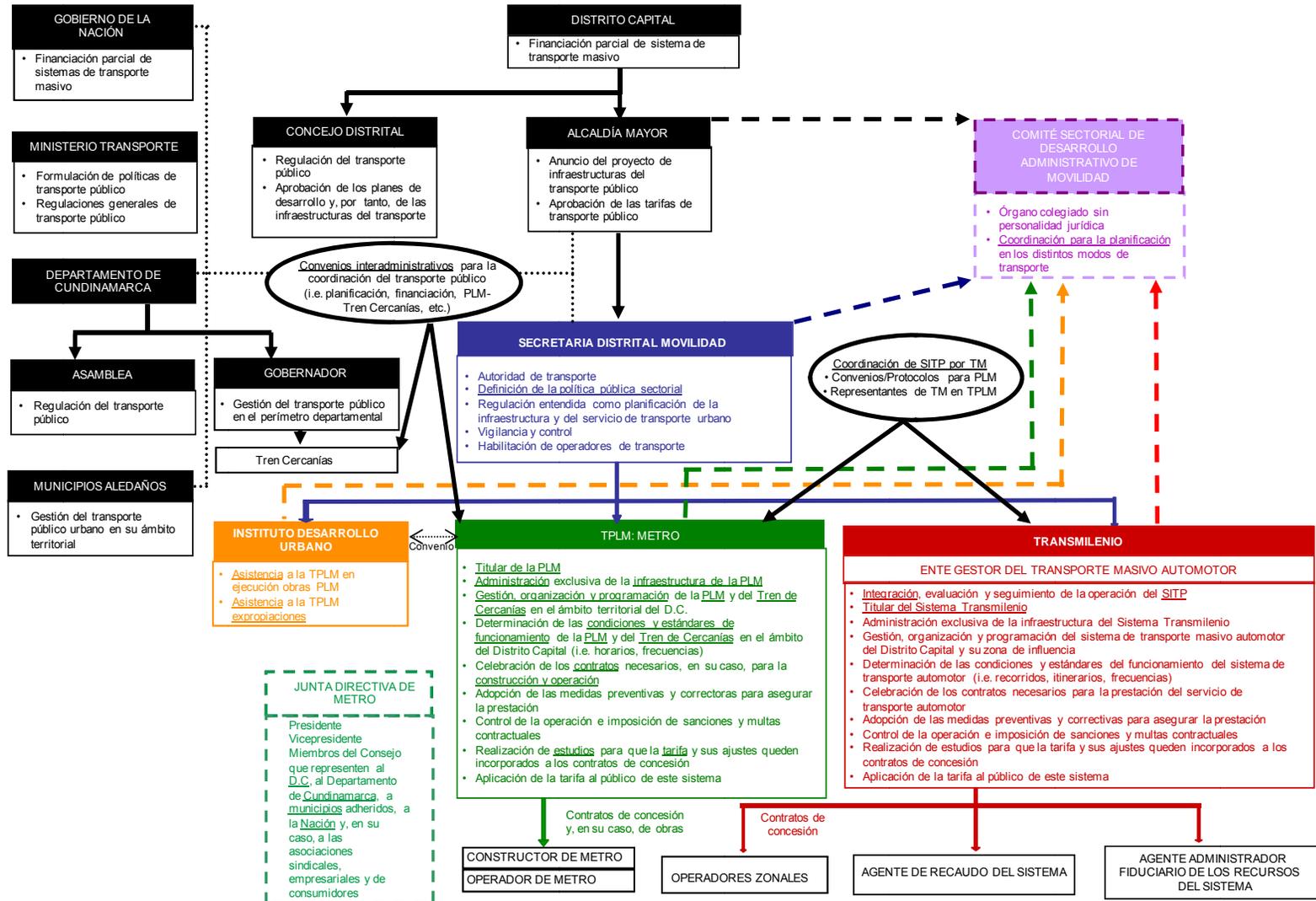
### **C. Integración Operacional:**

- Evaluar la flexibilidad de la oferta de servicios del SITP, y su interrelación con la PLM, para integrarse en el conjunto de la oferta de servicios del SITP, garantizando su compatibilidad para lograr la perfecta integración en horarios de todo el sistema
- Evaluar las mejores alternativas para la gestión de la flota diaria, de tal forma que un mismo sistema fuera sea capaz de gestionar información de la PLM y del SITP
- En todo caso, la integración operacional de la PLM debe mantener los principios del SITP de fomentar la complementariedad entre los distintos modos de transporte que lo conforman.
- Contribuir a las mejoras medioambientales mediante la generación de políticas adecuadas de uso y aprovechamiento de los recursos disponibles. Por ejemplo, redefinir la política de chatarrización y reposición 8-10 años antes de la entrada en operación de cada línea que permita reducir los impactos medioambientales y ajustar con anticipación el parque necesario al proceso de reestructuración del sistema de transporte público que se asociaría a la implantación de la PLM

### **D. Integración Organizacional**

- El esquema institucional deberá obedecer a los planteamientos desarrollados por el GC en el producto 24, donde se evalúan fundamentalmente los modelos institucionales para:
  - Definir la titularidad de la PLM
  - Definir la construcción, operación y mantenimiento de la PLM
  - Definir la integración de los distintos modos de transporte público para cada una de las fases de la PLM
- En todo caso el esquema propuesto por el GC se representa en el siguiente gráfico y se toma como punto de partida para las propuestas a presentar en las próximas Etapas del presente estudio. Dicho esquema favorecerá la Gestión y Coordinación entre las Administraciones Públicas con competencias en los diversos aspectos del sector.

Figura 5-5 Propuesta Esquema Institucional PLM - GC



Fuente: Elaboración propia GC- Producto 24- Formulación del esquema institucional requerido durante cada una de las etapas de desarrollo de la red de metro integrada: construcción, operación y mantenimiento.

#### E. Integración Tecnológica:

- Se deberá desarrollar una integración de sistemas que permita en el caso del sistema de recaudo integrarse en el SIRCI (combinar las necesidades de explotación del metro y el SIRCI)
- Que la integración que se proponga facilite la gestión, operación y mantenimiento de la PLM, así como la entrega de información al usuario del sistema
- Analizar la posibilidad de que la gestión de los equipos de la PLM /mantenimiento esté a cargo del concesionario del SIRCI y se realice desde el puesto central del SIRCI
- El intercambio de información entre el SITP y la PLM es fundamental. El diseño de las herramientas para el intercambio de datos de monitorización y control así como los datos vinculados al control de acceso al sistema (autenticación de perfiles se debería realizar con base las especificaciones del SIRCI.
- Se deberán desarrollar servicios telemáticos para información al usuario y para colaboración entre empresas y modos de transporte
- Procurar la flexibilidad SIRCI para facilitar la integración de agentes nuevos, prever la inclusión de informaciones sobre el sistema viario

**Todas estas recomendaciones se desarrollarán y analizarán en detalle en los productos de la etapa 3: Diseño Operacional de la PLM**

#### 5.3.2 Estrategia para la implementación y desarrollo de la red de metro: medidas recomendadas

- Preparar normas urbanísticas y planes parciales en áreas de estaciones afectadas por la PLM antes de que se construya para anticipar el desarrollo que se desea. Desarrollar los mecanismos de captación de valorización.
- Desarrollar programas de acciones para minimizar el impacto ambiental de todo el SITP
- Establecer un plan de comunicación de soporte a todas las etapas de despliegue del SITP, reconociendo el rol crucial de la estrategia comunicacional y formativa de los diferentes actores en la nueva cultura que requiere la implantación del SITP y a futuro el metro. Establecer la imagen corporativa del sistema integrado.
- Potenciar la imagen del sector y el uso del transporte público frente al del vehículo privado  
Buscar la mayor participación de los operadores y transportistas y propiciar la participación ciudadana: talleres participativos con asociaciones, comités de participación locales en las zonas de operación más afectadas por la entrada en operación del metro, talleres participativos con municipalidades del ámbito extenso...
- Criterios para la reestructuración rutas:

La introducción de la nueva red metro afecta a los demás componentes del SITP. Si se superponen todos los modos sin la idea de articularlos, se creará una competencia, lo que redundará en una falta de eficiencia del sistema de movilidad en general. Ante esta situación, se pueden plantear 3 estrategias:

- Se deja la red preexistente (servicios TransMilenio, flexible complementario, tren) como estará, de forma paralela al nuevo modo implantado (solución aparentemente menos conflictiva desde el punto de vista político). No obstante, es una solución ineficiente en la que la oferta no se adapte a las variaciones de demanda.

- Se reorganiza completamente la red preexistente para una optimización total del sistema donde no se superponga ningún modo. Esta solución se basa en modelos de transporte que ajusten la demanda y la oferta. Sin embargo, el exceso de impacto social que genera a corto plazo la puede hacer inviable políticamente. Además, los diferentes modos aseguran distintas funciones con lo cual puede ser imprescindible mantener algunas rutas (por ejemplo, líneas de buses con más paradas que el metro para atender viajes más cortos y asegurar cierta capilaridad). Asimismo, hay que tener en cuenta la progresividad del desarrollo de la nueva red. Los diferentes momentos de implementación a lo largo del tiempo requieren un proceso evolutivo de ajuste en el sistema, por lo cual las optimizaciones sucesivas del sistema pueden ser contraproducentes con respecto a la estructura final. No obstante sería aún más ineficiente reestructurar a corto plazo el sistema teniendo en cuenta la visión final de una red totalmente implementada, en el caso que la red de metro planteada no se desarrolle hasta completo.
- Entre estos puntos, se debería plantear una solución intermedia, en la que se rediseñe parcialmente la red preexistente, aprovechando el excedente para mejorar el sistema en su conjunto. Bajo este concepto, se podría plantear que algunas líneas coincidentes con el metro se transformen en líneas de aporte con menor longitud y mejores frecuencias, se creen nuevas rutas o se modifiquen las existentes para dar mejor servicio a áreas con baja cobertura y conectividad, se reparte la oferta en otras líneas de conexión que necesiten mejorar, etc. La remodelación de la red preexistente, sea TransMilenio o el flexible complementario, requiere una coordinación estrecha con los operadores, empleados y usuarios para evitar una vuelta atrás o un rechazo por falta de aceptación. En este sentido, un proceso de participación pública, comunicación e implicación de agentes puede resultar eficaz. Además, no se puede anticipar grandes reducciones de oferta en el servicio de autobuses sino esperar a que los usuarios vayan disminuyendo y cambiando itinerarios para adaptar entonces la oferta a las nuevas demandas.

Se podría establecer que se eliminen rutas de autobuses cuyo recorrido se solape en su totalidad con los ejes servidos por el metro, y que se eliminen de la zona central atendida por el masivo para dar soporte a las operaciones de regeneración urbana y calidad ambiental del centro histórico.



## 6 GLOSARIO

<b>BRT</b>	Bus Rapid Transit – Transporte Rápido en Buses.
<b>CIM</b>	Complejos de Integración Modal
<b>D.C.</b>	Distrito Capital de Bogotá
<b>GC</b>	Grupo Consultor
<b>IDU</b>	Instituto de Desarrollo Urbano. Establecimiento público descentralizado, con personería jurídica, patrimonio propio, autonomía administrativa. Su misión es la ejecución de obras viales y de espacio público para el desarrollo urbano de Bogotá D.C.
<b>IPC</b>	Índice de Precios al Consumidor. Mide la evolución del conjunto de precios de los bienes y servicios que consume la población residente.
<b>OD</b>	Origen - Destino
<b>PIM</b>	Plan de Intercambiadores Modales
<b>PLM</b>	Primera Línea de Metro
<b>PMM</b>	Plan Maestro de Movilidad
<b>POT</b>	Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.
<b>SDM</b>	Secretaría de Movilidad de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.
<b>SITP</b>	Sistema Integrado de Transporte Público para la ciudad de Bogotá D.C.
<b>TM</b>	TransMilenio
<b>TPC</b>	Transporte público colectivo
<b>UPZ</b>	Unidades de Planeamiento Zonal