



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
SECRETARÍA DE MOVILIDAD

INFORME EJECUTIVO MODELO DE REMUNERACIÓN REQUISITO TÉCNICO DEL DOCUMENTO CONPES 3882 DE 2017

**SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD
TRANSMILENIO S.A.
EMPRESA METRO DE BOGOTÁ S.A.**



**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
SECRETARÍA DE MOVILIDAD

Bogotá D.C., AGOSTO DE 2017



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE MOVILIDAD

INFORME EJECUTIVO MODELO DE REMUNERACIÓN REQUISITO TÉCNICO DEL DOCUMENTO CONPES 3882 DE 2017

Aprobó:	Juan Pablo Bocarejo	Secretario de Movilidad
Aprobó:	Alexandra Rojas Lopera	Gerente TransMilenio S.A.
Aprobó:	Andrés Escobar Uribe	Gerente Empresa Metro de Bogotá
Revisó:	Felipe Ramírez	Subgerente Técnico TransMilenio S.A
Revisó:	Diana Parra	Subgerente Económica TransMilenio S.A
Elaboró:	Ingrid Joanna Portilla Galindo	Asesora de Despacho - Secretaría Distrital de Movilidad
Elaboró:	Cristian Quintero	Contratista Dirección de Transporte e Infraestructura - Secretaría Distrital de Movilidad
Elaboró:	Mario Leonardo Nieto	Profesional Especializado Subgerencia económica – TMSA
Elaboró:	Carlos Beltrán	Contratista Subgerencia económica – TMSA
Elaboró:	Diego Mauricio Avendaño	Profesional Especializado Subgerencia técnica y de servicios – TMSA
Elaboró:	Lissett Arias Sosa	Contratista Subgerencia técnica y de servicios – TMSA
Elaboró:	David Meléndez Guevara	Asesor de Gerencia General- Metro de Bogotá

BOGOTÁ D.C., AGOSTO DE 2017



TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
INTRODUCCIÓN	5
1. Visión de ciudad y del sistema de transporte público	6
2 Metodología.....	11
2.1 Supuestos particulares de modelación de la demanda.....	12
3 Balance financiero del SITP incluyendo el Subsistema Metro	13
3.1 Balance económico teórico del SITP	13
3.1.1 Tarifa promedio ponderada usuario (TPPU)	13
3.1.2 Tarifa técnica promedio del Sistema	14
3.1.3 Déficit o Superávit del Sistema	16
3.2 Impacto económico por la implementación de la PLMB y las troncales alimentadoras del Metro	18
3.2.1 Los Ingresos.....	19
3.2.2 Los Egresos.....	20
3.2.2.1 Fondo Principal	20
3.2.2.2 Concesionario de Recaudo.....	23
3.2.2.3 Remuneración a Fiducia	23
3.2.2.4 Remuneración a Ente Gestor (TMSA/METRO)	23
3.2.2.5 FFE (subsido de discapacidad).....	23
3.2.3 Descripción de supuestos empleados.....	24
4 Estimación del balance del SITP y Fuentes Alternativas	25
4.1 Resultados balance financiero.....	25
4.2 Fuentes alternativas.....	29
4.2.1 Cobro por libre circulación.....	29
4.2.2 Sistema Inteligente de Estacionamientos.....	30
5 Bibliografía.....	31



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE MOVILIDAD

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Demanda del SITP en 2016 por tipo de usuario	14
Tabla 2 Resultados del modelo financiero (ingresos y Gastos). SITP sin Metro	26
Tabla 3 Resultados del modelo financiero (Ingresos y Gastos). Metro	27
Tabla 4 Resultados del modelo financiero (Ingresos y Gastos). SITP con Metro	28
Tabla 6 Rango de ingresos anuales esperados por cobro por libre circulación. Valores en millones de pesos	29
Tabla 7 Ingreso anual esperado por la medida de cobro por estacionamiento. Valores en millones de pesos	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Red futura de transporte público masivo y su área de influencia	7
Figura 2 Primera Línea de Metro y Troncales Alimentadoras	8
Figura 3 Evolución semanal del índice de pasajeros por Kilómetro	9
Figura 4 Tarifa técnica vs tarifa promedio ponderada usuario troncal y alimentador semanal	9
Figura 5 Tarifa técnica vs. Tarifa promedio ponderada usuario zonal semanal	10
Figura 6 Metodología general	11
Figura 7. Tarifa técnica en función de la demanda	15
Figura 8. Aumento de la tarifa técnica por amento de los costos de operación	15
Figura 9. Tarifa Usuario y Tarifa Técnica en el corto plazo	17
Figura 10. Superávit del Sistema (TU>TT) con demanda constante	18
Figura 11. Déficit del Sistema (TT>TU) con demanda constante	18

INTRODUCCIÓN

El presente documento expone el esquema preliminar de remuneración a los operadores del Sistema de Transporte Público Integrado de Bogotá, con ocasión de la implementación de la Primera Línea de Metro de Bogotá y de las nuevas troncales de Transmilenio definidas en el CONPES 3882, quinto de los diez requisitos técnicos establecidos en el CONPES 3882 de 2017 de APOYO DEL GOBIERNO NACIONAL A LA POLÍTICA DE MOVILIDAD DE LA REGIÓN CAPITAL BOGOTÁ-CUNDINAMARCA Y DECLARATORIA DE IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DEL PROYECTO SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE MASIVO – SOACHA FASES II Y III para acceder a la cofinanciación de la Nación para el proyecto de la Primera Línea de Metro y sus troncales alimentadoras. En particular, dicha propuesta de remuneración se formula a partir de la información proveniente de TRANSMILENIO S.A sobre los costos de remuneración a sus distintos operadores y de los costos de operación y mantenimiento obtenidos en el marco de la estructuración técnica del proyecto Primera Línea del Metro y del modelo de demanda de transporte elaborado por la Secretaría Distrital de Movilidad, desarrollado como insumo base para la Primera Línea de Metro de Bogotá.

Lo expuesto en este documento busca determinar preliminarmente los costos del sistema de transporte con la incorporación de la oferta de transporte masivo definidas para Bogotá en el CONPES 3882 de 2017, los ingresos derivados de la tarifa y las necesidades de recursos para cubrir los costos de operación.

1. Visión de ciudad y del sistema de transporte público

En el Plan Distrital de Desarrollo “Bogotá, Mejor para Todos 2016-2019” (Concejo de Bogotá, 2016), se define la visión de la ciudad a 2038, 500 años después de su fundación. En este marco, se busca consolidar a Bogotá como un referente internacional de ciudad creativa, incluyente y sostenible, en donde sus habitantes alcanzan el desarrollo pleno de su potencial humano y constituyen una ciudad feliz. Para esto, se espera construir una ciudad en donde los Bogotanos disfrutarán de múltiples espacios verdes y de un cómodo y estético espacio público y peatonal, que se constituye en aplicación práctica del principio constitucional de la igualdad de todos ante la Ley. También se busca que los ciudadanos puedan participar de acciones públicas dispuestas para el encuentro ciudadano y la construcción de comunidad. Además de tales condiciones, se busca que Bogotá sea reconocida a nivel nacional e internacional por ofrecer a sus habitantes las condiciones de seguridad que posibilitan el desarrollo integral, con oportunidades para todos, fruto de los aprendizajes derivados de las experiencias que como sociedad habrán conducido a la superación de las condiciones de violencia derivadas del conflicto armado.

En ese sentido, la movilidad en Bogotá también será un claro ejemplo del principio constitucional de la igualdad de los integrantes de la comunidad bogotana ante la Ley. En el área metropolitana de Bogotá se busca tener un transporte público seguro (física y personalmente), limpio, incluyente, rápido, eficiente, cómodo, fácil de usar, con una cobertura y nivel de servicio excepcionales.

A la luz del Plan Distrital de Desarrollo y lo contemplado en el Plan Maestro de Movilidad de la ciudad (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2006), instrumento de planificación de la movilidad coherente con la estrategia de ordenamiento territorial, se fijaron como políticas la articulación de los diversos modos de transporte para facilitar el acceso, cobertura y la complementariedad del sistema de movilidad urbana, rural y regional, la racionalización del uso del vehículo particular y la definición del transporte público como el eje estructurador del sistema de transporte de la ciudad en pro de la movilidad sostenible. Bajo estos lineamientos, se planteó como objetivo lograr una movilidad segura, equitativa, sostenible y competitiva, entre otros, a través de la priorización del subsistema de transporte público bajo un esquema de red jerarquizada de rutas según su función y área servida

Bajo el marco del Plan Maestro de Movilidad de la ciudad, se busca a futuro mantener la participación del transporte público en los viajes diarios de la ciudad, al evitar la migración de viajes a modos como la motocicleta y el automóvil. Para esto, se pretende proveer un sistema de transporte público integrado y de calidad, fundamentado en la red de transporte masivo, que ofrezca cobertura total de la ciudad, que sea funcional y oportuno (Concejo de Bogotá, 2016). Tal sistema estará compuesto a 2050 por modos de transporte complementarios que atenderán corredores de alta demanda de viajes en transporte público: la primera línea del metro (hasta la calle 127) con 25 kilómetros de extensión y 248 kilómetros adicionales de troncales de Transmilenio que se extenderán a lo largo de los principales corredores viales de la ciudad. La incorporación del metro en la ciudad pretende así brindar mayor capacidad en los corredores donde se requiera.

De otra parte, una vez implementada la totalidad de la red de transporte masivo de la ciudad cerca del 80% de sus habitantes se encontrará a menos de un kilómetro de distancia de alguna línea de



Avenida Ciudad de Cali y Avenida 68 –calle 100, troncales completas que por su importancia para el sistema de transporte público de la ciudad han sido priorizadas, como se señala en el informe referenciado.

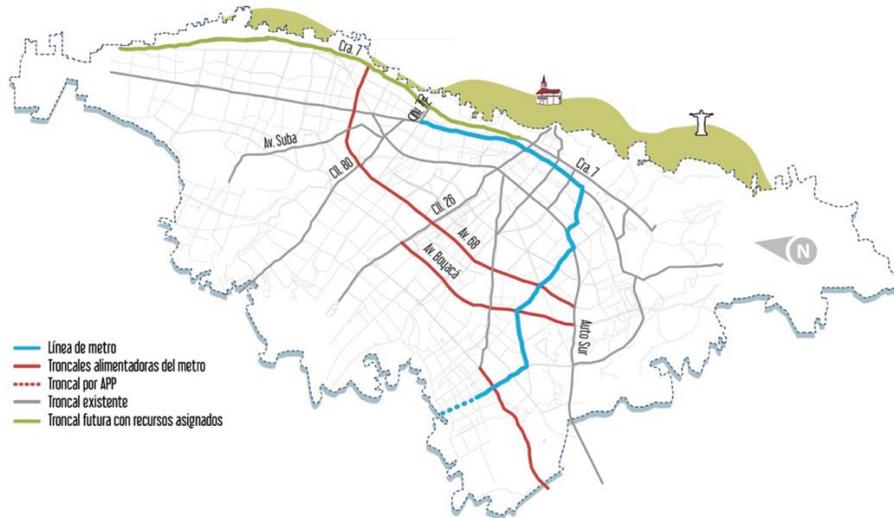


Figura 2 Primera Línea de Metro y Troncales Alimentadoras

Con la implementación de corredores de alta capacidad como el Metro y las Troncales de Transmilenio, bajo las premisas de integración del Sistema Integrado de Transporte Público, permitirán migrar hacia un sistema de transporte más eficiente, derivado principalmente de la incorporación a la red de transporte público de una mayor oferta de transporte masivo con mayor capacidad y de reducir la de buses de menor capacidad que operan en carriles con el tráfico mixto (ver Figura 3).

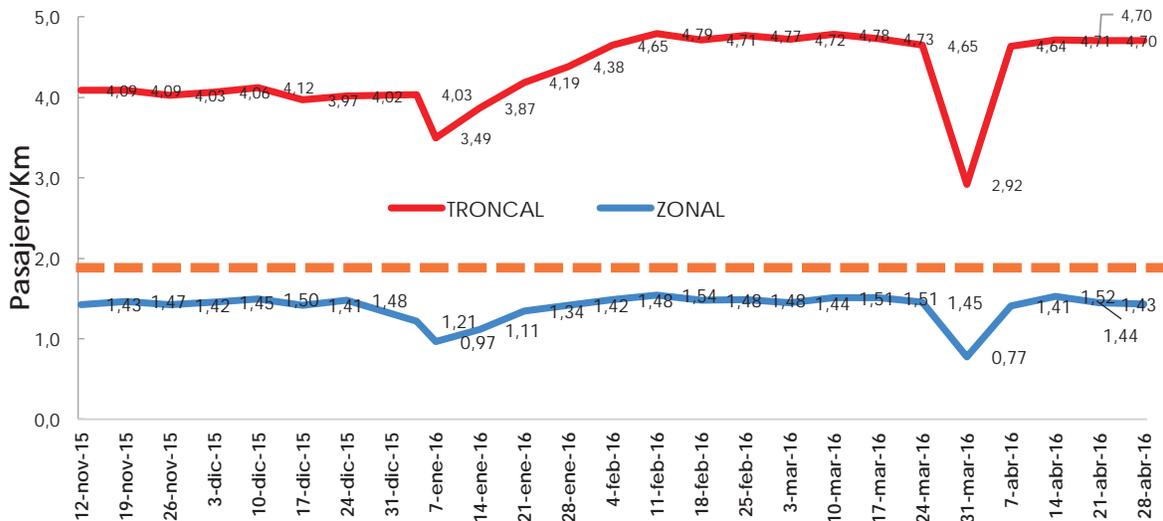


Figura 3 Evolución semanal del índice de pasajeros por Kilómetro

Fuente: Transmilenio S.A

De otra parte, dicha sustitución de oferta de transporte de menor capacidad por una de mayor permitirá, entre otras, mejorar la sostenibilidad del sistema, es decir, la brecha entre la tarifa técnica y la tarifa al usuario promedio ponderada se reduciría. Los datos del sistema muestran que en el caso del componente troncal del sistema la diferencia mencionada es menor a la registrada en el componente zonal (ver Figura 4 y Figura 5). Tal sustitución de la oferta de transporte alivia las necesidades de recursos Distritales destinados a cubrir el déficit de la operación.

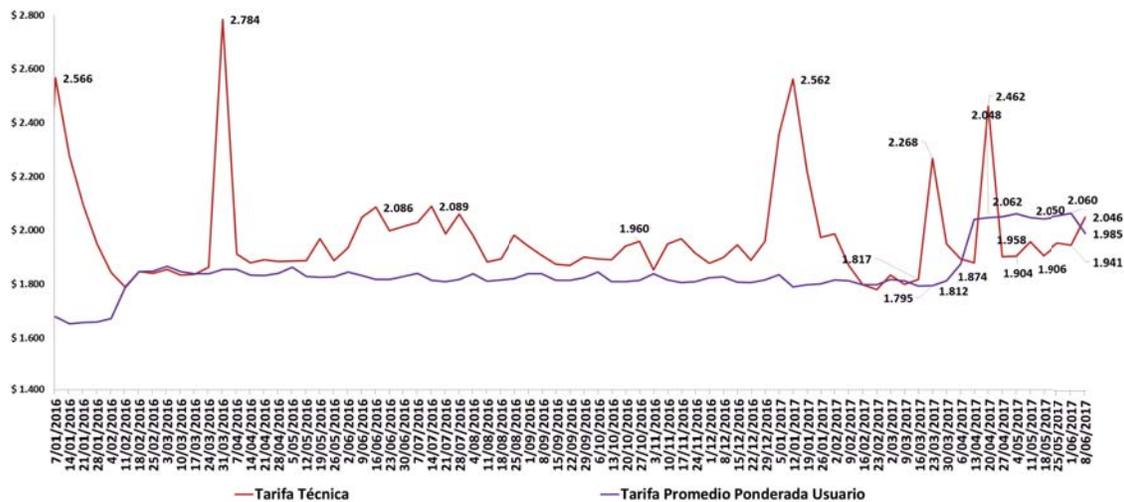


Figura 4 Tarifa técnica vs tarifa promedio ponderada usuario troncal y alimentador semanal



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE MOVILIDAD

Fuente: Transmilenio S.A

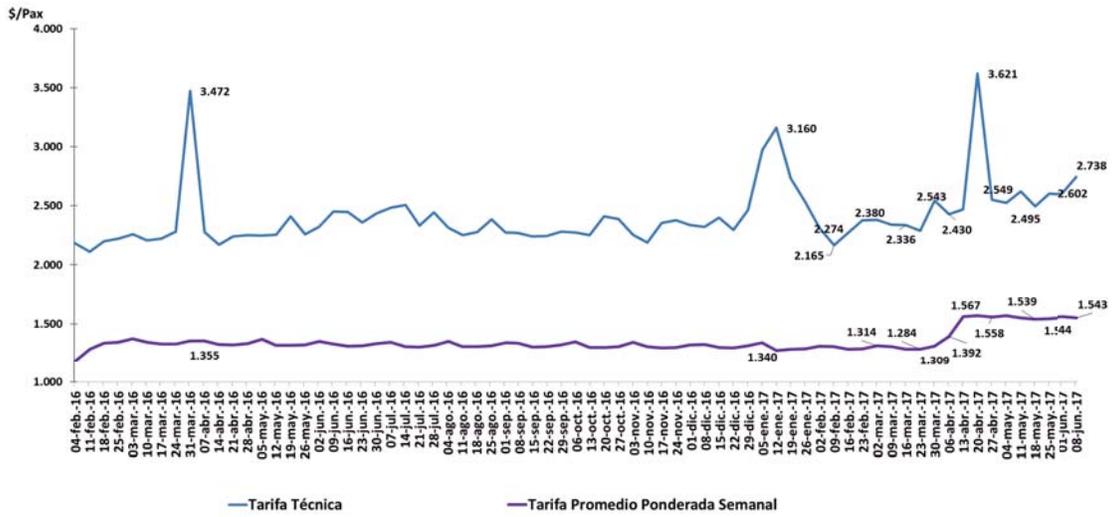


Figura 5 Tarifa técnica vs. Tarifa promedio ponderada usuario zonal semanal

Fuente: Transmilenio S.A

2 Metodología

El esquema de remuneración preliminar planteado en el presente documento se basa en los modelos definidos en el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) actual que contempla la incorporación de modos férreos y considera la manera en que se remuneran los actuales operadores/actores del sistema, descrito en el capítulo siguiente.

Con base en tal esquema, se estima el balance financiero para la operación del sistema, elemento que parte de la estimación de la demanda de transporte público de la ciudad, con fundamento en los resultados del modelo de transporte de cuatro pasos de la ciudad – región empleado como insumo base para la estructuración del proyecto de la Primera Línea de Metro de la ciudad, el cual ha sido trabajado desde la Secretaria Distrital de Movilidad con el acompañamiento del equipo técnico de TRANSMILENIO S.A. Tal ejercicio de modelación pronostica la demanda de cada componente del subsistema de transporte público ante la incorporación de la Primera Línea de Metro de Bogotá (PLMB) y las troncales alimentadoras del metro definidas en el CONPES 3882 (ver Figura 2), para el año 2022 y 2030 siguiendo los supuestos generales descritos en el documento “INFORME EJECUTIVO MODELACIÓN DE LA DEMANDA”. Los supuestos específicos de modelación de la demanda empleados para este ejercicio se enuncian en este capítulo.

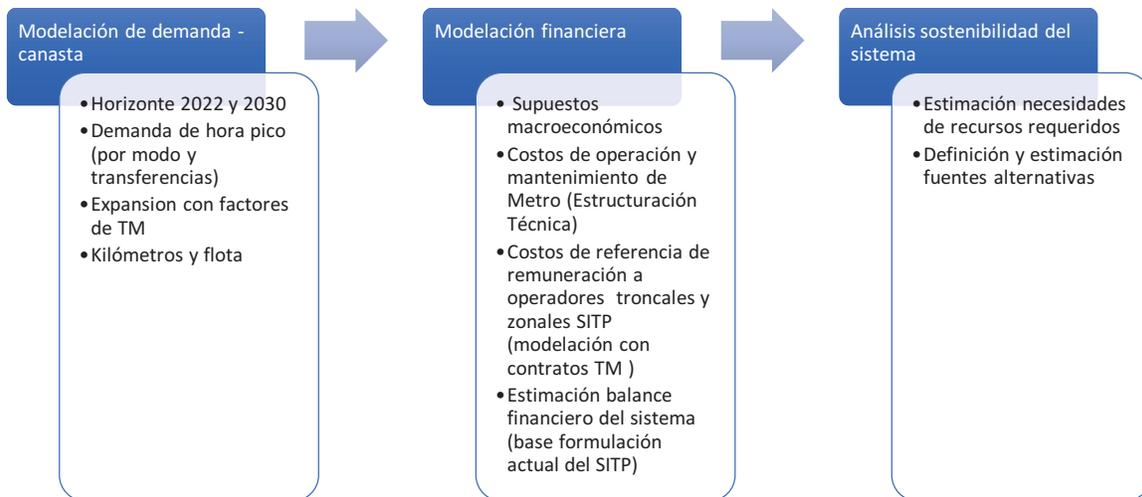


Figura 6 Metodología general

A partir de los datos de modelación de demanda de la hora pico, se obtiene la flota programada, los kilómetros recorridos desagregado por componente y tipología vehicular y la demanda por tipo de viaje (Primer viaje según modo de transporte y transbordo entre los tres componentes del SITP –

zonal, troncal y metro). Con base en esta información se estiman las demandas anuales empleando los factores de expansión diarios y anuales del sistema TransMilenio¹.

Los datos resultantes de este ejercicio junto con los costos de operación del metro, estimados en el marco de la estructuración técnica del proyecto PLMB, informe “Estudios y Diseños de Factibilidad del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá, entre Patio Taller y la Estación Calle 72 con Av. Caracas” (Financiera de Desarrollo Nacional, 2017) y costos del SITP desagregado por componente zonal y troncal, se emplean en la modelación para estimar el balance financiero del SITP. Dicho modelo parte de los planteado para el SITP, incorporando de manera preliminar la PLMB, tal y como se explica en el siguiente capítulo.

Posteriormente, con los resultados financieros se estiman las necesidades de recursos para el sistema junto con las posibles fuentes adicionales.

2.1 Supuestos particulares de modelación de la demanda

Considerando los supuestos generales de modelación, a continuación se señalan los criterios para la configuración de oferta de troncales futuras y una propuesta de armonización de los diferentes componentes del SITP.

Con relación al componente zonal, se tomó como base las rutas del escenario de implementación del 100% del SITP, con base en información enviada por TransMilenio S.A. Se eliminaron o modificaron algunas rutas teniendo en cuenta el traslapo de las mismas con las nuevas rutas Troncales de la Avenida 68, Carrera 7, Boyacá y Avenida Ciudad de Cali. Asimismo, se ajustaron los intervalos de las rutas modificadas para ajustarlas a su demanda.

En el caso de la oferta en las futuras troncales, se incluyeron en el modelo los servicios incluidos en los diseños operacionales definidos por TRANSMILENIO S.A en las troncales de la Avenida 68 y la Carrera 7. Para los tramos de las troncales de la Avenida Boyacá y la Avenida Ciudad de Cali, se consideró como premisa de los servicios planteados satisfacer la demanda de viajes de los principales pares origen – destino de la ciudad, tomando como referencia los diseños operacionales construidos por TRANSMILENIO S.A para dichas troncales en su extensión completa.

¹ 9,11 de hora pico a demanda diaria, de 300 día a año para modo Buses y 338 para modo Metro y, 52 semanas al año

3 Balance financiero del SITP incluyendo el Subsistema Metro

Este capítulo presenta en primer lugar el balance económico teórico del SITP, describiendo de forma general la generación de ingresos y la estructura de costos asociados a la operación. Para esto se introducen los conceptos de Tarifa Promedio Ponderada Usuario (TPPU) y de Tarifa Técnica Promedio del Sistema (TT). La interacción entre estas dos tarifas da como resultado el balance económico del sistema. En segundo lugar, y directamente relacionado con la tarifa técnica promedio del sistema, el capítulo presenta la descripción de los esquemas de remuneración del SITP para cada agente que lo integra, incluyendo la vinculación del subsistema Metro.

En segundo lugar, describe el modelo empleado para determinar el impacto para las finanzas del Distrito por la implementación de la PLMB y las troncales alimentadoras bajo el esquema SITP. Para esto, se estimó y analizó la senda de ingreso y gasto del SITP al incluir los componentes Metro, la Troncal de la Carrera 7 y las troncales alimentadoras del metro incluidas en el CONPES 3882².

3.1 Balance económico teórico del SITP

3.1.1 Tarifa promedio ponderada usuario (TPPU)

Esta tarifa representa el valor promedio cobrado a los usuarios por cada ingreso/abordaje en el Sistema. En un Sistema con una estructura de tarifas diferenciadas y subsidios, los ingresos del sistema son el resultado del promedio ponderado de las diferentes tarifas cobradas, por el número de usuarios que utilizan el sistema.

Para el caso del SITP, existen diferentes tarifas dependiendo de:

- El modo de transporte (zonal, troncal, o Metro).
- La cantidad de abordajes realizados dentro de una ventana de tiempo (transbordos).
- La capacidad de pago del usuario (tarifa diferencial para usuarios en condición de vulnerabilidad de acuerdo con la encuesta SISBEN).
- La edad del usuario (tarifa diferencial para adultos mayores).
- La condición de Salud (subsidio para personas en condición de discapacidad).

Para 2016, la población de usuarios de Sistema se distribuyó como se muestra en la siguiente tabla.

² Para efectos de este documento, se denominará Troncal Fase IV al conjunto de la Troncal de la Carrera 7 y las troncales alimentadoras del Metro definidas en el CONPES 3882



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE MOVILIDAD

Tabla 1 Demanda del SITP en 2016 por tipo de usuario

Componente	Participación
troncal	48.1%
troncal adulto mayor	1.6%
troncal sisben	5.1%
troncal transbordos	3.0%
zonal	26.8%
zonal adulto mayor	2.0%
zonal sisben	6.3%
zonal transbordos	7.1%

Fuente: Numero de validaciones en el Sistema, TRANSMILENIO S.A., diciembre 2016

Así entonces, la TPPU se calcula de la siguiente manera:

$$TU_t = \sum_{u=1}^n \frac{Q_{ut}}{Q_t} * T_{ut} \quad (1)$$

Donde:

u : Tipo de usuario del Sistema, a saber:

$u = 1$: Troncal, $u = 2$: Zonal, $u = 3$: Transbordos, $u = 3$: Adulto mayor, $u = 4$: SISBEN, $u = 5$: Discapacitados., $U=6$: Metro

Q_{ut} : Cantidad de validación de usuarios tipo “ u ” durante el periodo t .

Q_t : Corresponde a la demanda total, medida en cantidad de validaciones dentro del Sistema, durante el periodo t .

T_{ut} : Tarifa cobrada al usuario tipo “ u ” en el momento t .

3.1.2 Tarifa técnica promedio del Sistema

La tarifa técnica representa el costo promedio de transportar un pasajero. Se puede calcular como la razón entre los costos totales del Sistema y los usuarios transportados. Para el caso del SITP es posible calcular este precio como se describe a continuación:

$$TT_t = \frac{\text{Costos totales}_t}{\text{Demanda}_t} = \frac{(FP_t + PR_t + PEG_t + PFid_t)}{Q_t} \quad (2)$$

Donde:

FP_t : Fondo Principal, compuesto por los costos asociados a la remuneración por la Inversión (Vehículos), Operación (Kilómetros recorridos) y demanda (pasajeros transportados), durante el periodo t .

Cabe aclarar que el Fondo Principal se compone de la remuneración a todas las fases del sistema troncal, zonal, y Metro.

PR_t : Es la remuneración al operador de Recaudo, durante el periodo t .

PEG_t : es la remuneración al Ente Gestor (Transmilenio S.A y Empresa Metro), durante el periodo t.
 $PFid_t$: Es la remuneración a la Fiducia o Administrador financiero del Sistema, durante el periodo t.
 Q_t : Corresponde a la demanda, medida en cantidad de validaciones dentro del Sistema, durante el periodo t.

Simplificando, la tarifa técnica se puede representar gráficamente en función de la demanda, tal y como se muestra en la Figura 7.

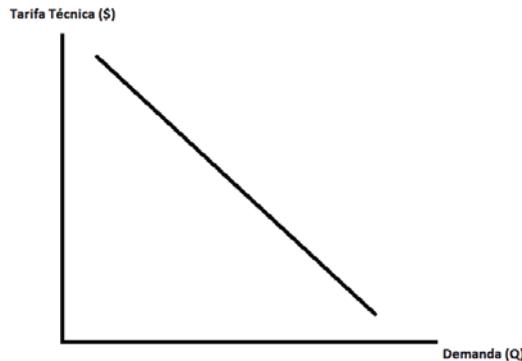


Figura 7. Tarifa técnica en función de la demanda

En este esquema, cualquier movimiento de la demanda representa movimientos a lo largo de la curva (*Ceteris Paribus*), es decir, manteniendo todas las demás variables constantes, un aumento de la demanda total implica una disminución de la tarifa técnica y viceversa.

Los cambios en las otras variables (Fondo principal, Recaudo, Ente Gestor y Fiducias) que afectan la tarifa técnica, se pueden representar como desplazamientos de la curva. De este modo, por ejemplo, un aumento en la remuneración a los operadores (FP), genera un desplazamiento de la curva hacia la derecha/arriba, *Ceteris paribus*. Esto se debe a que con la demanda fija en cualquier nivel, un aumento en los costos de operación genera un mayor nivel de tarifa técnica y viceversa (Figura 8).

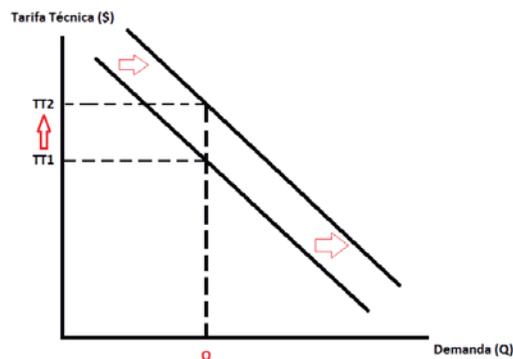


Figura 8. Aumento de la tarifa técnica por amento de los costos de operación

- **Fondo Principal (FP):**

Esta variable se compone de los pagos a los operadores de transporte, de acuerdo a la estructura contractual pactada, es decir, comprende la remuneración por la cantidad de vehículos en operación, la cantidad de kilómetros efectivamente recorridos y la cantidad de pasajeros transportados (en el caso de los operadores zonales). Formalmente la variable se presenta como:

$$FP_t = \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m RV_{ij} * V_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m RKm_{ij} * Km_{ij} + \sum_{j=1}^m RPax_j * PAX_j + TKMV * KMV \right]_t \quad (3)$$

Donde:

i = Tipología de vehículo; j = Operador-Zona SITP

RV_{ij} : Remuneración por vehículo, de acuerdo a la tipología i y al operador – Zona j

V_{ij} : Cantidad de vehículos operando en la zona j , de la tipología i

RKm_{ij} : Remuneración por kilómetro recorrido por el operador j en vehículo de la tipología i

Km_{ij} : Kilómetros recorridos por el operador j , en vehículos de la tipología i ,

$RPAX_j$: Remuneración por pasajeros transportados por el operador en la zona j

PAX_j : Pasajeros transportados en la zona j

$TKMV$: Tarifa de remuneración por kilómetro por vagón

KMV : Kilómetros por vagón recorridos

Las variables de cantidad de Vehículos en operación, cantidad de kilómetros recorridos y cantidad de pasajeros transportados, son predeterminadas por el diseño operacional, mientras que las variables asociadas a la remuneración en cada caso, están definidas contractualmente.

$$PR_t = \alpha FP_t$$

$$PEG_t = \alpha FP_t$$

$$PFid_t = \emptyset FP_t$$

Q_t : Corresponde a la demanda en el periodo t , medida en cantidad de validaciones dentro del Sistema, durante el periodo t .

3.1.3 Déficit o Superávit del Sistema

En términos económicos, cualquier desequilibrio entre el ingreso marginal y el costo marginal genera una situación de pérdidas o beneficios para el sistema. Si la tarifa al usuario refleja el ingreso adicional que percibe el Sistema por cada pasajero adicional que transporta (Ingreso Marginal del Sistema), y la tarifa técnica el costo marginal, es decir, el costo de transportar un pasajero adicional, el Sistema se encontrará en equilibrio cuando estos dos precios se igualen, es decir, cuando el ingreso y el costo marginal sean equivalentes.

En ese orden de ideas, con tarifas de usuario conocidas y con las remuneraciones a los operadores pactados, se puede obtener el nivel de demanda que equilibra el sistema, despejando Q de la siguiente ecuación:

$$TU_t = TT_t \quad (4)$$

$$TU_t = \frac{(FP_t + PR_t + PEG_t + PFid_t + PEq_t)}{Q_t} \quad (5)$$

$$Q_t = \frac{(FP_t + PR_t + PEG_t + PFid_t + PEq_t)}{TU_t} \quad (6)$$

En el corto plazo, estas tarifas tienden a ser rígidas y no se encuentran relacionadas directamente con la demanda (Figura 9).

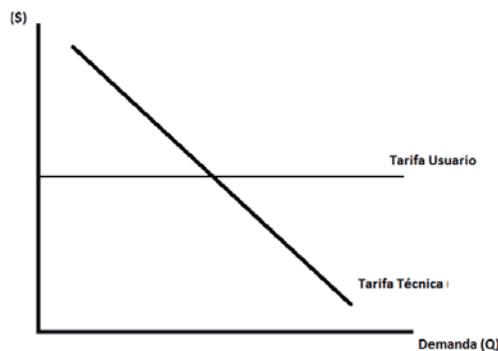


Figura 9. Tarifa Usuario y Tarifa Técnica en el corto plazo

La demanda de transporte público en la ciudad es una variable que depende de factores económicos como el nivel de ingresos (PIB per cápita), la tasa de desempleo, la tasa de motorización y el costo de movilizarse en el transporte privado, entre otros factores. Por tal motivo, en el corto e incluso mediano plazo, esta demanda tiende a ser rígida, mientras que en el largo plazo puede variar dependiendo del desempeño de la economía. Este es un comportamiento anti-cíclico, es decir, en periodos de auge económico la demanda de transporte público tiende a disminuir y viceversa por efecto ingreso. Por ejemplo, políticas que favorezcan la compra de vehículos para el transporte privado (motos y/o carros de servicio particular), la tasa de cambio, nivel de ingresos y la tasa de interés podrían tener un efecto sobre la demanda de transporte, sin embargo, dichos efectos son más visibles en el largo plazo.

Con base en lo anterior, con una demanda de transporte público rígida en el corto plazo, con una estructura de costos (fijos y variables) más o menos constante, la situación financiera del sistema en términos de generación de excedentes o necesidades de recursos adicionales viene dada por la ubicación de la curva que representa la tarifa al usuario.

Si la tarifa al usuario (TU) está por encima de la tarifa técnica (TT), al nivel de demanda de corto plazo (Q_a), se genera superávit equivalente al área $A+B$ como se muestra en la Figura 10.

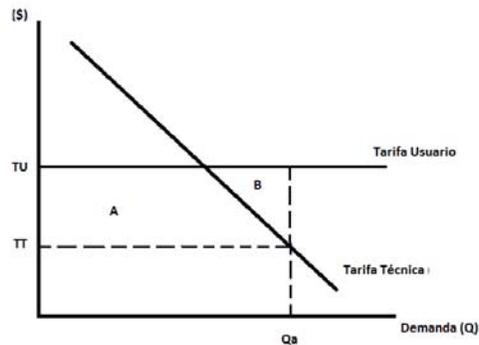


Figura 10. Superávit del Sistema ($TU > TT$) con demanda constante

Por el contrario, en caso de que la tarifa al usuario (TU) se encuentre por debajo de la tarifa técnica (TT) al nivel de demanda dado (Q_b), se genera una necesidad de recursos adicionales (déficit), como se observa en la Figura 11.

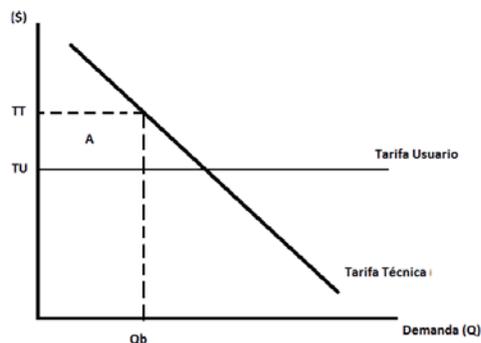


Figura 11. Déficit del Sistema ($TT > TU$) con demanda constante

En general, las necesidades de recursos se pueden obtener a partir de la siguiente expresión:

$$A = (TT - TU) * Q \quad (7)$$

3.2 Impacto económico por la implementación de la PLMB y las troncales alimentadoras del Metro

Para el cálculo del balance/desbalance entre ingresos y egresos se tomó como base el modelo del Fondo de Estabilización Tarifaria (FET). En este modelo los ingresos están dados por las validaciones según cada perfil de usuario (general, adulto mayor, SISBEN) y tipo de viaje (primer viaje,

transbordo), multiplicadas por su respectiva tarifa usuario. En cuanto a los egresos, lo componen el subsidio de discapacidad, y la remuneración a los diferentes agentes del Sistema: operadores zonales/troncales, operador de recaudo, fiducia, y ente gestor.

El modelo toma como insumo los datos de flota programada, kilómetros recorridos, y demanda proyectados en el modelo de transporte, en un periodo de análisis desde el año 2023, año en que de acuerdo con los cronogramas empiezan a operar la PLMB y sus troncales alimentadoras, al año 2030. Esta información viene desagregada como se detalla a continuación:

- Flota programada mes y kilómetros recorridos
 - ✓ Por componente (zonal, alimentación, troncal fase I, troncal fase II, troncal fase III, troncal fase IV, y Metro)
 - ✓ Por tipología de vehículo (padrón, busetón, buseta, microbús, articulado, biarticulado, padrón dual, y tren)
- Demanda por tipo de viaje
 - ✓ Primer viaje en zonal, troncal y metro
 - ✓ Transbordos entre los tres componentes (zonal, troncal, y metro)

El modelo en su estructura general arroja el balance entre ingresos y egresos, y está dado por la siguiente ecuación para cada componente (SITP con metro, SITP sin metro, Metro):

$$BS = I - EG \quad (8)$$

$$EG = FP + CR + FD + EG + FFE \quad (9)$$

Donde:

BS = Balance Sistema

I = Ingresos

EG = Egresos

FP = Remuneración fondo principal

CR = Remuneración concesionario de recaudo

FD = Remuneración a la fiducia

EG = Remuneración al Ente Gestor (Transmilenio S.A / METRO)

FFE = Fondo Fuente Externa (Subsidio de discapacidad)

3.2.1 Los Ingresos

Los ingresos del Sistema están dados por la suma de los ingresos de cada componente, cada uno de los cuales están dados por la siguiente ecuación:

$$I_i = DDA_i * TPPU_i \quad (10)$$

Donde:

DDA_i = Demanda de cada componente (i : troncal, zonal, metro)
 $TPPU_i$ = Tarifa promedio ponderada usuario de cada componente

$$TPPU_i = \sum_{A_1}^{A_N} T_{A_1} * \frac{DDA_{A_1}}{\sum_{A_1}^{A_N} DDA_{A_1}} \quad (11)$$

Donde:

$A_{1...N}$: tipo de validación (general, SISBEN, Adulto Mayor, Transbordo)

$T_{1...N}$: tarifa de cada tipo de validación

$DDA_{A_{1...N}}$: Demanda de cada tipo de validación

3.2.2 Los Egresos

En cuanto a los egresos del Sistema, están dados por la siguiente ecuación:

$$EG = FP + CR + FD + EG + FFE \quad (12)$$

Donde:

EG = Egresos

FP = Remuneración fondo principal

CR = Remuneración concesionario de recaudo

FD = Remuneración a la fiducia

EG = Remuneración al Ente Gestor (Transmilenio S.A / METRO)

FFE = Fondo Fuente Externa (Subsidio de discapacidad)

A continuación se presenta una descripción de cada rubro que componen los egresos incluidos en el Fondo Principal, que corresponde al pago a los concesionarios de la operación, el recaudo, la Fiducia, a los entes gestores y al Fondo Fuente Externa (FFE)

3.2.2.1 Fondo Principal

Componente zonal y alimentación

$$RZONA = \sum_k \left((TMVZ_k * VEH_k) + (TKMZ_k * KM_k) + (TPASZ_{promedio} * PP) \right) \quad (13)$$

Donde:

TMVZ_{t,k}: Remuneración por vehículo zonal vinculado tipo “k” del SITP, expresada en pesos por mes.

VEH_{t,k}: Número de vehículos zonales tipo “k” vinculados por el concesionario al SITP como flota de operación aprobada por el Gestor.

TKMZ_{t,k}: Remuneración por kilómetro programado y efectivamente recorrido por los vehículos zonales tipo “k” en la operación (\$/km).

KMt,k: Kilómetros programados y efectivamente recorridos por los vehículos zonales tipo “k” en la operación en el periodo a remunerar.

TPASZt: Remuneración promedio por Pasajero Pago transportado por los vehículos pertenecientes a la flota de operación zonal (\$/pax).

PPt: Número de validaciones de entrada con cobro efectivo en los vehículos pertenecientes a la flota de operación de la zona “i”.

Componente Troncal

$$RTRONCAL = \sum_k ((TMV_k * VEH_k) + (TKM_k * KM_k)) \quad (14)$$

Donde:

TMVZt,k: Remuneración por vehículo troncal vinculado tipo “k” del SITP, expresada en pesos por mes.

VEHt,k: Número de vehículos troncales tipo “k” vinculados por el concesionario al SITP como flota de operación aprobada por el Gestor.

TKMZt,k: Remuneración por kilómetro programado y efectivamente recorrido por los vehículos zonales tipo “k” en la operación (\$/km).

KMt,k: Kilómetros programados y efectivamente recorridos por los vehículos zonales tipo “k” en la operación en el periodo a remunerar.

Componente Metro

Los costos de Metro incluidos en este componente de Fondo Principal corresponden a los costos de asociados a la operación y mantenimiento (OPEX) de la línea y de todos sus componentes y sistemas. Esto corresponde a los costos directos de la actividad pero no incluyen costos de la infraestructura ni de compra de equipos y sistemas. Estos costos fueron estimados en el alcance de la estructuración técnica del proyecto e integran los siguientes componentes:

- **Operación y mantenimiento de la infraestructura:** incluye los componentes de señalización, telecomunicaciones, vía férrea, viaducto, estaciones, puesto central de control (PCC), seguridad física, suministro eléctrico. Para cada componente se estimaron 3 tipos de costos.
 - Costos de personal: corresponde a los salarios (incluye factores prestacionales) de todo el personal operativo y de dirección para cumplir con las labores de operación de estaciones, PCC, patio taller, subestaciones eléctricas y de seguridad física y para las labores de mantenimiento de todos los componentes.
 - Costos de mantenimiento: este ítem agrupa principalmente los consumibles necesarios para mantenimiento de todos sistemas, equipos e instalaciones para asegurar una disponibilidad continua de todos estos componentes.
 - Costo de operación: integran el aseo de las estaciones y los consumibles para esta labor.

- **Energía:** incluye costos de energía eléctrica (suministro y conexión) para la operación de los trenes (tracción) y para los demás componentes de fuerza de todos los sistemas y equipos de la línea (no tracción).
- **Operación y mantenimiento del material rodante:** incluye todos los costos asociados para prestar un servicio adecuado con una disponibilidad esperada de los trenes.
 - Costos de personal: corresponde a los salarios (incluye factores prestacionales) de todo el personal operativo y de dirección para cumplir con las labores de mantenimiento de trenes.
 - Costos de mantenimiento: este ítem agrupa principalmente los consumibles necesarios para mantenimiento de todos sistemas y equipos de los trenes para asegurar una disponibilidad continua de estos en la operación. Incluye repuestos para mantenimiento menor.
 - Costo de operación: corresponde al aseo de los trenes.
- **Operación del sistema de recaudo:** incluye los costos asociados para operar y mantener el sistema de recaudo. Se debe recordar que los equipos y sistemas de recaudo están incluidos en el CAPEX del proyecto y para el OPEX solo se estima los costos de la actividad
 - Costos de personal: corresponde a los salarios (incluye factores prestacionales) de todo el personal operativo y de dirección para cumplir con las labores de mantenimiento de equipos y gestión del recaudo.
 - Costos de mantenimiento: este ítem agrupa principalmente los consumibles necesarios para mantenimiento de los equipos.
- **Pólizas de seguro**
- **Soporte administrativo de las actividades de la operación:** Corresponde a los gastos administrativos que se requieren exclusivamente para la operación de la línea, asumiendo que la operación de la línea y la empresa Metro funcionan como dos unidades administrativas diferentes o que la operación de la línea se terceriza en un operador externo. Estos gastos administrativos de soporte a la operación corresponden a las actividades de gestión administración financiera, jurídica, de planeación, recursos humanos, entre otros. Para estos costos incluyen todos los costos de personal y los costos relacionados con estas actividades. Otros costos relacionados con el proyecto como, gestión social, comunicaciones, servicio al cliente y la estructura principal de las gerencias de la empresa Metro se cubrirán con el ítem de remuneración del ente gestor.
- **Utilidad e imprevisto de la operación:** Se asume como un 15% de los costos anteriores.

La serie de costos de operación y mantenimiento se muestran como un costo total según la suma de todos los costos estimados en el informe de la estructuración técnica del proyecto PLMB (Financiera de Desarrollo Nacional, 2017). Como referencia se divide el costo total entre los kilómetros recorridos para obtener un costo promedio por kilómetro.

La anterior estructura de costos es una aproximación práctica usada para este ejercicio específico de remuneración, en cual se buscaba tener una metodología de cálculo de costos específicos de operación bajo el supuesto principal que la operación pueda ser tercerizada. Lo anterior no significa que este sea la modalidad de contratación adoptada para la operación y mantenimiento del proyecto, la cual se define en detalle en la estructuración integral de este.

3.2.2.2 *Concesionario de Recaudo*

Para el SITP, la remuneración al Concesionario de Recaudo corresponde a:

$$CR = CF + CVcargas + CVequipos + CVequipos adicionales \quad (15)$$

Donde:

CF = Componente fijo semanal

CV cargas = componente variable por cargas (1,569% *ingresos)

CV equipos = componente variable por equipos instalados en vehículos

CV equipos adicionales= componente variable por equipos adicionales en estaciones

Para el componente de Metro³, la remuneración al Concesionario de Recaudo corresponde a:

$$CR = CVcargas \quad (16)$$

Donde,

CV cargas = componente variable por cargas (1,569% *ingresos)

3.2.2.3 *Remuneración a Fiducia*

Corresponde al 0,0387% sobre el valor del Fondo Principal

3.2.2.4 *Remuneración a Ente Gestor (TMSA/METRO)*

Corresponde al 4,5% sobre el valor del Fondo Principal de cada sistema. Esto quiere decir que con base en las estimaciones de todos los costos de este fondo se calculará y repartirá el costo de Remuneración de Ente Gestor entre las dos entidades según la proporción de sus costos de operación.

3.2.2.5 *FFE (subsidio de discapacidad)*

El subsidio de discapacidad consiste en un descuento del 40% sobre la tarifa plena en 25 viajes al mes, que le representan al Sistema \$22,000 COP mensuales por usuario beneficiado por la política.

³ Este costo se estima a partir del valor de remuneración variable del operador actual del SIRCI

3.2.3 Descripción de supuestos empleados

A continuación se describen los supuestos empleados en el modelo anteriormente descrito para el cálculo de los ingresos y egresos del sistema

Para el cálculo de los ingresos:

- Las diferentes tarifas al usuario (Plena, SISBEN, Adulto Mayor, Transbordos) crecen a razón del 4% anual
- Se tomó como base la estructura tarifaria actual, y asumiendo un costo de cero pesos para las transferencias de metro a troncal y de troncal a metro
- Las demandas de cada uno de los componentes (zonal, troncal, metro) se estimaron a partir del modelo de transporte en la hora pico de la mañana (6:30 a 7:30)
- Para la estimación de las demandas diaria y anual se emplearon los siguientes factores de expansión:
 - ✓ 9.11 de hora de máxima demanda a día
 - ✓ 300 de día a año para modo Buses. 338 para modo Metro
 - ✓ 52 de semanas al año
- Las demandas se distribuyeron porcentualmente por tipo de usuario (general, SISBEN, Adulto Mayor, Discapacidad) de acuerdo con el comportamiento de la demanda del mes de mayo de 2017

Para el cálculo de los egresos:

- Hay dos conjuntos de tarifas de remuneración del fondo principal para Kilómetros y flota (las tarifas pactadas en el marco de los contratos de concesión, y las tarifas recalculadas vigentes a partir de octubre de 2016)
- Las diferentes tarifas de remuneración del fondo principal crecen a razón del 3% anual. (Inflación objetivo del Banco de la República)
- La remuneración a la fiducia es del 0,0387% sobre el fondo principal
- La remuneración para el ente gestor es del 4.5% sobre el fondo principal

4 Estimación del balance del SITP y Fuentes Alternativas

Este capítulo presenta en primera instancia el resultado del modelo descrito en el capítulo anterior que, como se mencionó, estima el balance financiero teórico del SITP, describiendo de forma general la generación de ingresos, su estructura y la remuneración a cada uno de los actores del sistema.

De otra parte, se describen de manera general algunas fuentes alternativas que, de generarse, podrían emplearse a futuro para la operación del Sistema Integrado de Transporte Público de la ciudad.

4.1 Resultados balance financiero

En las tablas a continuación se presentan los resultados obtenidos con el modelo entre 2023 y 2030, agregado para el sistema y discriminado para el SITP sin Metro y, aisladamente el Subsistema. Las cifras se reportan en millones de pesos.

Como se puede observar en la Tabla 2, se estima que las necesidades de recursos para el SITP sin Metro oscilen entre los 328 Mil y los 63 Mil Millones de pesos mientras que, en el caso del metro, los resultados netos de su operación resultan positivos en el periodo analizado (ver Tabla 3) sin embargo al incluir el CAPEX, el ejercicio se hace negativo. Este comportamiento se refleja en el balance final para el FET con Metro. Finalmente, los resultados totales del sistema evidencian que Tabla 4, cómo se espera que en conjunto, el sistema vaya reduciendo la necesidades de recursos para su operación.

Vale la pena mencionar, que estos resultados corresponden a la valoración económica de las variables técnicas de oferta y demanda que determinan los costos e ingresos del Sistema, bajo el escenario que incluye la primera fase de la PLMB hasta la calle 72, la troncal de la avenida Carrera 68 (entre Autopista Sur y carrera Séptima), y los tramos troncales de la avenida Boyacá (entre Autopista Sur y calle 26) y avenida Ciudad de Cali (entre avenida Bosa y el Portal de las Américas), Es decir, la oferta de transporte masivo definida en el CONPES 3882 de 2017.



Tabla 2 Resultados del modelo financiero (ingresos y Gastos), SITP sin Metro. Cifras en Millones de pesos

Año	SITP sin Metro						
	INGRESOS (MCOP)	FP (MCOP)	CONC. RECAUDO (MCOP)	FIDUCIA (MCOP)	TMSA (MCOP)	FFE (MCOP)	BALANCE (MCOP)
2023	4.335.918	4.104.765	277.568	1.589	214.679	65.899	(328.582)
2024	4.516.745	4.235.397	286.766	1.639	221.511	68.498	(297.066)
2025	4.695.992	4.375.888	296.184	1.693	228.859	71.107	(277.738)
2026	4.892.014	4.522.116	306.079	1.750	236.507	73.732	(248.170)
2027	5.072.177	4.669.384	315.898	1.807	244.209	76.378	(235.500)
2028	5.288.538	4.816.238	326.449	1.864	251.889	79.124	(187.026)
2029	5.509.788	4.963.116	337.246	1.921	259.571	81.973	(134.039)
2030	5.752.094	5.112.323	348.576	1.978	267.374	84.927	(63.084)



Tabla 3 Resultados del modelo financiero (Ingresos y Gastos), Metro. Cifras en Millones de pesos

Solo Metro							
Año	INGRESOS (MCOP)	FP (MCOP)	CONC. RECAUDO (MCOP)	FIDUCIA (MCOP)	METRO S.A (MCOP)	FFE (MCOP)	BALANCE (MCOP)
2023	218.632	171.429	3.430	66	8.966	2.054	32.686
2024	227.685	180.504	3.572	70	9.440	2.142	31.956
2025	237.181	187.928	3.721	73	9.829	2.236	33.394
2026	247.332	195.675	3.881	76	10.234	2.333	35.134
2027	256.715	206.277	4.028	80	10.788	2.427	33.115
2028	269.557	237.581	4.229	92	12.425	2.521	12.709
2029	282.404	246.978	4.431	96	12.917	2.613	15.369
2030	294.464	259.803	4.620	101	13.588	2.708	13.645



Tabla 4 Resultados del modelo financiero (Ingresos y Gastos). SITP con Metro. Cifras en Millones de pesos

Año	SITP						
	INGRESOS (MCOP)	FP (MCOP)	CONC. RECAUDO (MCOP)	FIDUCIA (MCOP)	GESTORES (MCOP)	FFE (MCOP)	BALANCE (MCOP)
2023	4.554.550	4.276.194	280.999	1.655	223.645	67.953	(295.896)
2024	4.744.430	4.415.901	290.338	1.709	230.952	70.640	(265.110)
2025	4.933.173	4.563.816	299.905	1.766	238.688	73.343	(244.344)
2026	5.139.346	4.717.791	309.960	1.826	246.740	76.065	(213.036)
2027	5.328.892	4.875.661	319.926	1.887	254.997	78.806	(202.385)
2028	5.558.095	5.053.819	330.678	1.956	264.315	81.645	(174.317)
2029	5.792.192	5.210.094	341.677	2.016	272.488	84.587	(118.670)
2030	6.046.558	5.372.126	353.196	2.079	280.962	87.635	(49.439)

4.2 Fuentes alternativas

En lo que sigue a continuación se presentan los diferentes proyectos que el Distrito ha venido adelantando y que pueden servir como fuentes alternativas de financiación para la operación del SITP dada la destinación específica establecida para cada uno de ellos.

4.2.1 Cobro por libre circulación

El proyecto de cobro por libre circulación consiste en la implementación de un cobro anual y voluntario para aquellas personas que poseen un vehículo particular matriculado en Bogotá, sujeto a la restricción a la circulación por pico y placa y que deseen quedar exentos de la misma.

El recaudo por esta medida, sustentada en el artículo 73 del Acuerdo 645 de 2016, tiene una destinación específica para el Sistema de Transporte Público y para el mantenimiento de la malla de la ciudad, con una repartición preliminar y sujeta a cambios del 50%.

De acuerdo con las estimaciones realizadas, el total de vehículos particulares por los cuales se podría llegar a pagar por libre circulación será de unos 444.000 para 2018 y de unos 690.000 en 2030, de los cuales poco más del 6% entrará en la lista de exentos si se considera una tarifa de \$4.000.000, valor que, si bien aún no se ha definido, es el más probable hasta ahora.

En la tabla siguiente se pueden ver los límites inferior y superior de los rangos en los que se espera se encuentre el recaudo anual por esta medida y que será destinado para transporte público (es decir, dejando por fuera lo que corresponde a malla vial). A estos valores ya se les han sustraído unos costos de fiscalización asociados:

Tabla 5 Rango de ingresos anuales esperados por cobro por libre circulación. Valores en millones de pesos

Año	Límite inferior	Límite Superior
2023	\$ 54.960	\$ 85.830
2024	\$ 58.870	\$ 91.940
2025	\$ 63.000	\$ 98.390
2026	\$ 67.360	\$ 105.190
2027	\$ 72.020	\$ 112.470
2028	\$ 77.000	\$ 120.240
2029	\$ 82.320	\$ 128.560
2030	\$ 88.010	\$ 137.440

Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá.

4.2.2 Sistema Inteligente de Estacionamientos

El Sistema Inteligente de Estacionamientos consiste en la articulación de los estacionamientos de acceso público en vía y fuera de vía enmarcada en un único sistema de tecnología de información. Se consolidará mediante fases, iniciando en el 2018 con la creación del registro único de estacionamientos y la implementación del sistema de estacionamiento en vía con una oferta de 20.000 cupos y su articulación con los 196.000 cupos de estacionamiento fuera de vía.

El proyecto contempla la inclusión de la contribución por el servicio de garajes y/o zonas de estacionamiento de uso público contemplada en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país” (Numeral 2 del Artículo 33 de la Ley 1753 de 2015), tanto para estacionamiento en vía como fuera de vía. Esta contribución tiene como destinación específica el Sistema Integrado de Transporte Público de la ciudad.

A continuación, se presentan los ingresos esperados por la contribución de estacionamiento en vía y fuera de vía desde su inicio en 2018 y hasta el año 2030.

Tabla 6 Valores ESPERADOS para el recaudo anual por contribución de zonas de estacionamiento. Valores en millones de pesos

Año	En vía	Fuera de vía	Valor TOTAL
2018	\$ 63.468	\$ 167.478	\$ 230.946
2019	\$ 66.723	\$ 173.328	\$ 240.051
2020	\$ 68.350	\$ 179.717	\$ 248.067
2021	\$ 71.605	\$ 188.924	\$ 260.529
2022	\$ 74.860	\$ 193.263	\$ 268.123
2023	\$ 77.330	\$ 199.640	\$ 276.971
2024	\$ 79.882	\$ 206.228	\$ 286.111
2025	\$ 82.518	\$ 213.034	\$ 295.552
2026	\$ 85.241	\$ 220.064	\$ 305.306
2027	\$ 88.054	\$ 227.326	\$ 315.381
2028	\$ 90.960	\$ 234.828	\$ 325.788
2029	\$ 93.962	\$ 242.577	\$ 336.539
2030	\$ 97.063	\$ 250.582	\$ 347.645

Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad Contrato de Consultoría No. 2016-1167

Es de resaltar que la viabilidad del proyecto en cuanto al cobro por el derecho a estacionar en la vía y la contribución con destinación específica al SITP está sujeta a la aprobación del proyecto de acuerdo No. 494 de 2017, que se encuentra actualmente en trámite en el Concejo. Sin su aprobación esta nueva fuente de financiación para el SITP no se materializará.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
SECRETARÍA DE MOVILIDAD

5 Bibliografía

- Concejo de Bogotá. (2016). *Acuerdo 642 de 2016. Por el cual se adopta el Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá D.C. 2016 - 2020 "Bogotá Mejor para Todos"*. Bogotá.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2006). *Decreto 319 de 2006. Por el cual se adopta el Plan Maestro de Movilidad para Bogotá Distrito Capital, que incluye el ordenamiento de estacionamientos, y se dictan otras disposiciones*. Bogotá.
- Financiera de Desarrollo Nacional. (2017). *Estudios y Diseños de Factibilidad del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá, entre Patio Taller y la Estación Calle 72 con Av. Caracas*. Bogotá.