



**ALCALDIA MAYOR
BOGOTA D.C.**
Instituto
DESARROLLO URBANO



**“ELABORAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DEL CORREDOR
FÉRREO DEL SUR EN LA MODALIDAD FÉRROVIARIA Y SU ARTICULACIÓN
CON OTROS PROYECTOS DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN BOGOTÁ-
CUNDINAMARCA.”**

**ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.**
CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1860 DE 2021
MOVILIDAD
Instituto de Desarrollo Urbano

**ETAPA 3: CARACTERIZACIÓN Y DIANÓSTICO
COMPONENTE DE TRANSPORTE**


VERSION 0

BOGOTÁ, 2022 – SEPTIEMBRE 05

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 0	05/09/22	Elaboración Inicial	49

EMPRESA CONTRATISTA

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
		
Ing. Carmen Rosales S. Especialista	Ing. Carlos Urdaneta Coordinador de Consultoría	Ing. Oscar Rico Director de Consultoría

EMPRESA INTERVENTORA

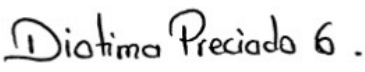

REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
		
Francisco de Paula Pérez Especialista	Ing. Diotima Preciado Coordinador de Interventoría	Ing. Abraham Palacios Director de Interventoría

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	6
1 MODELO DE TRANSPORTE	6
1.1 Estructura del modelo.....	6
1.2 Metodología de modelación etapa matriz multicriterio.....	8
1.2.1 Parámetros operacionales.....	12
1.2.3 Prospectivas de proyectos.....	17
1.3 Ajustes al modelo de transporte.....	21
1.3.1 Conexiones de estaciones.....	21
1.3.2 Ajuste al modelo incremental en Soacha.....	30
1.4 Resumen de escenarios de modelación para la etapa de matriz multicriterio	31
2 COMPONENTES DE ANÁLISIS DE TRANSPORTE	32
2.1. Indicador No.1: Pasajeros transportados	32
2.2. Indicador No. 2: Ahorros en tiempo	33
2.3. Indicador No. 3: Pasajeros transportados de Soacha	34
3. RESULTADOS DE MODELACIÓN	35
3.1.1. Perfiles de carga	35
3.1.2. Carga en otros corredores de transporte público	42
3.1.3. Cálculo de los criterios de la matriz	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estructura del modelo de transporte	7
Figura 2 Proyectos de transporte público de la oferta 1	18
Figura 3 Proyectos de transporte público de la oferta 2	18
Figura 4 Proyectos de transporte público de la oferta 3	20
Figura 5. Escenarios de modelación de cada alternativa	31
Figura 6 Estructura del modelo para estimación de indicadores en el análisis de transporte	32
Figura 9. Perfiles de carga corredores de masivo para la oferta 2 en el 2055, Alternativa 1	43
Figura 10. Perfiles de carga corredores de masivo para la oferta 2 en el 2055, Alternativa 3	44
Figura 11. Perfiles de carga corredores de masivo para la oferta 2 en el 2055, Alternativa 4	44

Figura 12. Perfiles de carga corredores de masivo para la oferta 2 en el 2055, Alternativa 6	45
Figura 13. Perfiles de carga corredores de masivo para la oferta 2 en el 2055, Alternativa 6a	46
Figura 14. Perfiles de carga corredores de masivo para la oferta 2 en el 2055, Alternativa 7	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Entradas y salidas del modelo de cuatro etapas de Bogotá y la región	8
Tabla 2. Alternativas analizadas etapa matriz multicriterio	9
Tabla 3. Alternativas analizadas en la etapa de matriz multicriterio	10
Tabla 4 Supuestos de modelación por tipología del sistema férreo.....	13
Tabla 5. Estructura tarifaria del modelo de transporte	14
Tabla 6. Velocidades resultantes del corredor férreo del sur para cada alternativa en el modelo de transporte	15
Tabla 7. Penalidad de acceso según tipo de estación.....	15
Tabla 8 Prospectivas de modelación.....	20
Tabla 9. Cambios en longitudes y penalidades de conexiones en estaciones compartidas por las alternativas 1, 3, 4 y 7	21
Tabla 10. Cambios en longitudes y penalidades de conexiones en estaciones compartidas por las alternativas 1 y 3.	23
Tabla 11. Cambios en longitudes y penalidades de conexiones en estaciones exclusivas de la alternativa 3.....	23
Tabla 12. Cambios en longitudes y penalidades de conexiones en estaciones compartidas por las alternativas 4 y 7.	24
Tabla 13. Cambios en longitudes y penalidades de conexiones en estaciones exclusivas de la alternativa 6.....	25
Tabla 14. Cambios en longitudes y penalidades de conexiones en estaciones compartidas por las alternativas 6 y 7.	27
Tabla 15. Integración física entre el CFS y el componente troncal del SITP de Bogotá para el tramo compartido de las alternativas 1, 3, 4 y 7	28
Tabla 16. Integración física entre el CFS y el componente troncal del SITP de Bogotá para la alternativa 1	28
Tabla 17. Integración física entre el CFS y el componente troncal del SITP de Bogotá para la alternativa 3	28
Tabla 18. Integración física entre el CFS y el componente troncal del SITP de Bogotá para la alternativa 4	29
Tabla 19. Integración física entre el CFS y el componente troncal del SITP de Bogotá para las alternativas 6 y 6a	29
Tabla 20. Integración física entre el CFS y el componente troncal del SITP de Bogotá para la alternativa 7	29

Tabla 21. Indicadores del Componente Beneficios Sociales por Mejoras en Transporte, y sus respectivos pesos.....	34
Tabla 23. Perfiles de carga Alternativa 1.....	36
Tabla 24. Perfiles de carga Alternativa 3.....	37
Tabla 25. Perfiles de carga Alternativa 4.....	38
Tabla 26. Perfiles de carga Alternativa 6.....	39
Tabla 27. Perfiles de carga Alternativa 6a.....	40
Tabla 28. Perfiles de carga Alternativa 7.....	41
Tabla 29. Volumen máximo del CFS.....	42
Tabla 30. Abordajes totales del CFS.....	42
Tabla 31. Volumen máximo de la PLMB.....	47
Tabla 32. Cálculo de los criterios de beneficios sociales por mejoras en transporte	48

INTRODUCCION

Como parte de la tercera fase del contrato de consultoría IDU 1860-2021 “*Elaborar los estudios de prefactibilidad del corredor Férreo del Sur en la modalidad ferroviaria y su articulación con otros sistemas de transporte de la región Bogotá – Cundinamarca*”, la cual conlleva a seleccionar el corredor más adecuado que conecte la zona centro con el sur de la ciudad de Bogotá y el municipio de Soacha, se presenta en este documento los resultados de transporte sobre los corredores seleccionados en la etapa previa de análisis de transporte (CAC-SGC-GEN-TRA-01-v.2 Análisis de transporte), los cuales serán usados para la evaluación multicriterio que se llevará a cabo desde los diferentes componentes del proyecto.

El primer capítulo contiene la estructura del modelo de transporte, la metodología usada para la obtención de los resultados para la matriz multicriterio, esto es: parámetros operacionales, cortes temporales evaluados y proyectos considerados, y los ajustes de modelación que se realizaron en esta etapa.

En el segundo capítulo se presentan los criterios de transporte de la matriz multicriterio correspondientes al componente 5 – beneficios sociales para mejoras en transporte del documento CAC-SGC-GEN-MMC-01-v.2 Metodología Matriz Multicriterio.

Finalmente, el capítulo 3 muestra los resultados obtenidos de la modelación, en términos del comportamiento de los viajes, los perfiles de carga de las alternativas evaluadas, la afectación del proyecto a otros corredores de transporte público y el cálculo de los criterios de la matriz.

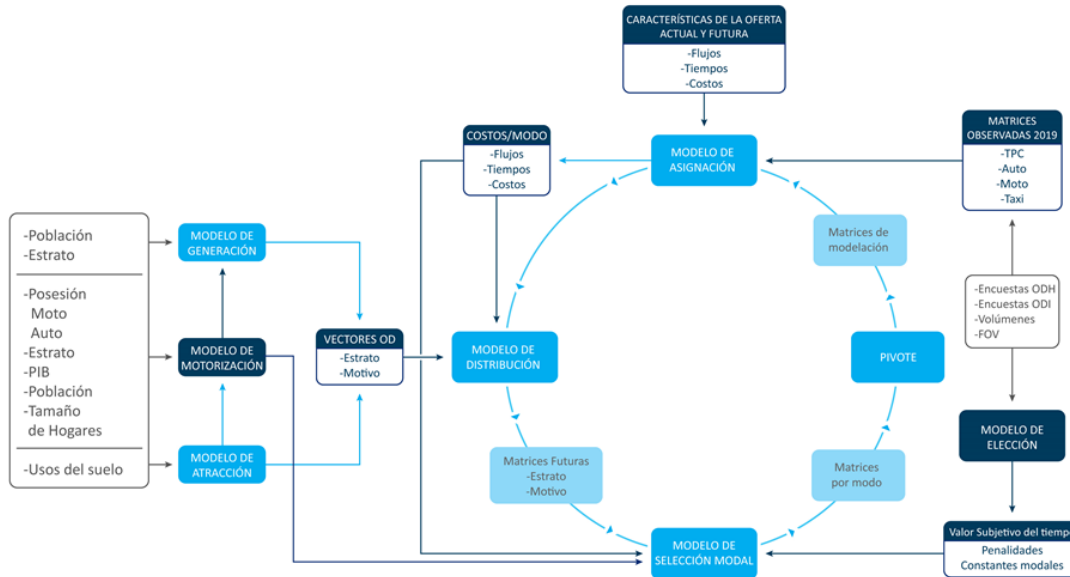
1 MODELO DE TRANSPORTE

1.1 Estructura del modelo

La estructura de modelo de transporte corresponde a una estructura clásica de cuatro etapas, y permite incorporar en el análisis los escenarios de desarrollo urbano y crecimiento poblacional del área de estudio, junto con las medidas y proyectos de cambios en la oferta de transporte.

A continuación, se presenta la estructura actual del modelo de transporte de Bogotá, así como la información utilizada para la estimación de los submodelos de cada una de las etapas y su relación con los otros procesos.

Figura 1 Estructura del modelo de transporte



Fuente: Unión Temporal Egis-Steer, 2020

Las cuatro etapas principales del modelo son:

- **Modelo de generación y atracción** tiene por objeto estimar la cantidad de viajes que se generan y atraen en cada una de las zonas del modelo. Para esto se evalúan las características demográficas, socioeconómicas y de uso del suelo de cada zona. El resultado de esta etapa son los vectores de generación y atracción de viajes para cada tipo de viaje.
- **Modelo de distribución de viajes** tiene por objeto definir la relación entre los viajes generados y atraídos en cada zona y, a través de una relación matemática y de los costos entre cada zona, determinar la cantidad de viajes para cada par origen-destino. El resultado de este modelo es una matriz de viajes por motivo de viaje en donde las sumatorias por origen y por destino corresponden a los vectores estimados en el paso de generación y atracción.
- **Modelo de selección modal** tiene por objeto estimar la proporción de viajes que se realizan en los diferentes modos de transporte para cada par origen-destino. El insumo principal para esta etapa son las matrices de viaje creadas en el paso anterior y los costos de viaje asociados a cada modo. Los resultados de esta etapa son matrices de viaje por modo y motivo de viaje.
- **Modelo de asignación** tiene por objeto estimar las rutas que cada uno de los viajes toma entre cada par origen-destino. Las matrices de viajes creadas en el paso anterior son asignadas a la red de transporte para determinar volúmenes de vehículos o pasajeros en los diferentes arcos de la red y los costos asociados con estas cargas. El resultado final son viajes y costos por arco, así como los costos promedio entre origen y destino para cada modo en formato de matriz. El modelo de asignación incluye vehículo particular y transporte público.

Se aplica un modelo incremental (“Pivote”), el cual toma los resultados de las cuatro etapas para los escenarios futuros y utiliza las diferencias con la modelación de 2019 para estimar la demanda futura, manteniendo la estructura de la matriz del año base.

En la tabla a continuación se resume para cada una de las etapas principales del modelo de transporte de Bogotá y sus entradas y salidas.

Tabla 1 Entradas y salidas del modelo de cuatro etapas de Bogotá y la región

Etapa	Entradas	Salidas
Generación	-Población -Tasas de generación por motivo de viaje	-Viajes generados por zona
Atracción	-m2 de uso de suelo por zona -Cupos educativos por zona	-Viajes atraídos por zona
Distribución	-Viajes generados por zona -Viajes atraídos por zona -Costo de viaje entre zonas	-Matriz origen-destino por estrato
Selección modal	-Matriz origen-destino por estrato -Motorización -Costos de viaje -Funciones de utilidad por modo	-Matrices origen destino por modo y estrato
Asignación de transporte privado	-Matrices origen-destino de modos de transporte privado -Ocupación de vehículos -Características de la red de transporte privado - Características de la red de transporte público	-Volúmenes y tiempos en la red
Asignación de transporte público	-Volúmenes y tiempos en la red de transporte privado -Costos de transporte público - Características de la red de transporte público	-Volúmenes y tiempos en la red

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer, 2020

1.2 Metodología de modelación etapa matriz multicriterio

En esta segunda etapa se analizarán los seis corredores que fueron seleccionados en la etapa de análisis de transporte en conjunto con el IDU y la EMB. El detalle de los cálculos que llevaron a esta selección puede ser consultado en el documento CAC-SGC-GEN-TRA-01-v.2 Análisis de transporte. Las alternativas se resumen a continuación.

Tabla 2. Alternativas analizadas etapa matriz multicriterio



Alternativa	Corredor	Tecnología de Sistema férreo	Puntaje análisis de transporte
1	Corredor 1	Tren ligero	6.6
3	Corredor 3	Tren ligero	10.0
5	Corredor 4	Tren ligero	9.0
6	Corredor 6	Tren ligero	9.7
6a	Corredor 6	Metro	8.0
7	Corredor 7	Metro	10.5


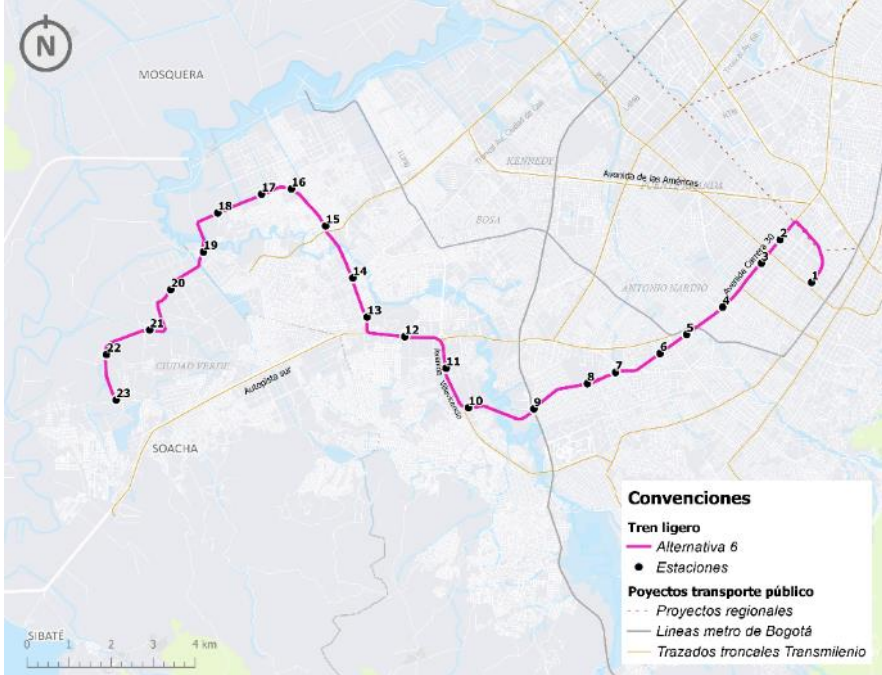
Fuente: Steer 2022

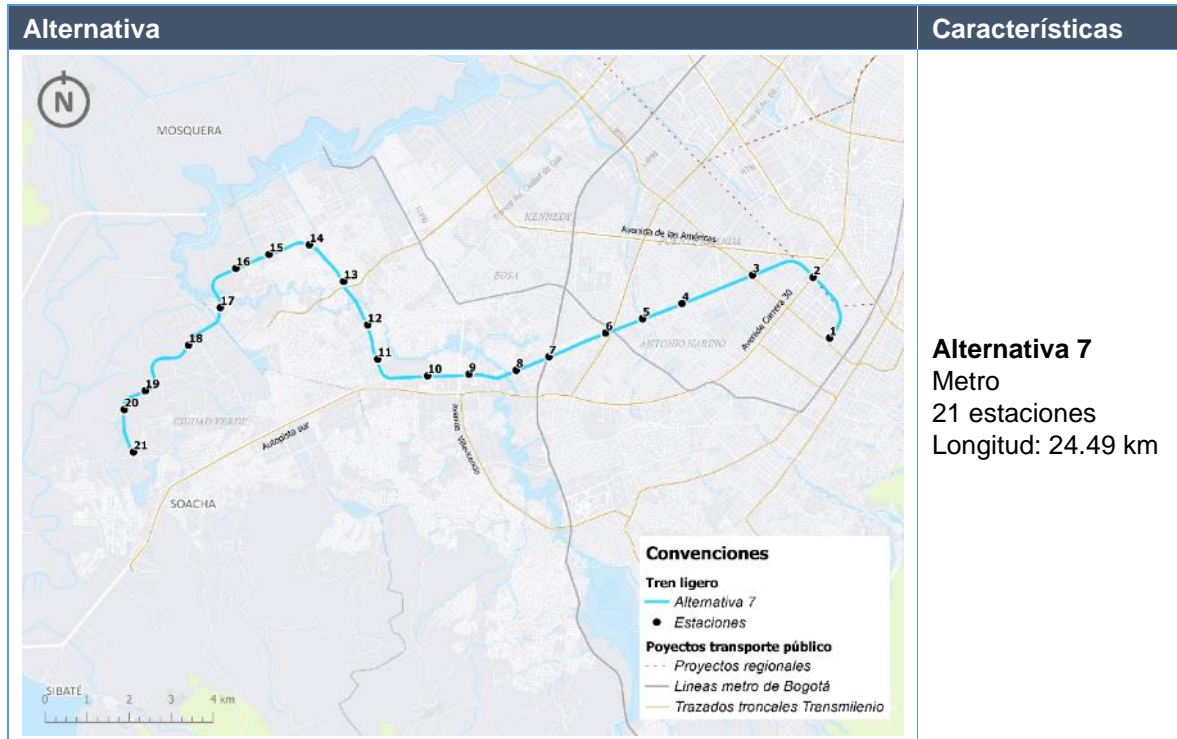
Una vez fueron seleccionados, los trazados y estaciones fueron revisados a nivel de prediseño geométrico, generando algunos cambios con respecto a la etapa anterior en términos de alineaciones de trazado, ubicación de estaciones y velocidades. El detalle de dicho prediseño puede ser consultado en el documento CAC-SGC-DGF-INF.CYD-1-v.0 Diseño Geométrico Férreo.

Para efectos de la modelación en EMME, las estaciones se ubicaron como se muestra en los siguientes mapas y las velocidades se incorporaron tramo a tramo según el insumo generado por el equipo ferroviario del proyecto. Se resalta que las alternativas que comparten el mismo tramo por la Av. Ferrocarril mantienen la misma ubicación de estaciones en dicho trayecto.

Tabla 3. Alternativas analizadas en la etapa de matriz multicriterio

Alternativa	Características
 <p>Conveniones Tren ligero — Alternativa 1 ● Estaciones Proyectos transporte público --- Proyectos regionales — Líneas metro de Bogotá — Trazados troncales Transmilenio</p>	<p>Alternativa 1 Tren ligero 16 estaciones Longitud: 19.12 km</p>
 <p>Conveniones Tren ligero — Alternativa 3 ● Estaciones Proyectos transporte público --- Proyectos regionales — Líneas metro de Bogotá — Trazados troncales Transmilenio</p>	<p>Alternativa 3 Tren ligero 18 estaciones Longitud: 20.47 km</p>

Alternativa	Características
 <p>Con convenciones</p> <p>Tren ligero</p> <ul style="list-style-type: none"> — Alternativa 4 ● Estaciones <p>Proyectos transporte público</p> <ul style="list-style-type: none"> - - - Proyectos regionales — Líneas metro de Bogotá — Trazados troncales Transmilenio 	<p>Alternativa 4 Tren ligero 20 estaciones Longitud: 22.26 km</p>
 <p>Con convenciones</p> <p>Tren ligero</p> <ul style="list-style-type: none"> — Alternativa 6 ● Estaciones <p>Proyectos transporte público</p> <ul style="list-style-type: none"> - - - Proyectos regionales — Líneas metro de Bogotá — Trazados troncales Transmilenio 	<p>Alternativa 6 y 6a Tren ligero 23 estaciones Longitud: 27.22 km</p>



Fuente: Steer 2022

Para los escenarios de modelación de la evaluación multicriterio de alternativas de trazado se siguió la misma lógica presentada en el análisis de transporte, que consiste en definir caminos diferentes de desarrollo de la ciudad sobre los cuales estimar el comportamiento de las zonas evaluadas y en donde, a partir de diferentes perspectivas de oferta de proyectos de transporte público futura, se evalúa cada una de las alternativas en distintas ofertas de proyectos de transporte público, dado que la demanda puede tener modificaciones considerables en función de cómo se configura la oferta de la ciudad.

Con esta metodología se busca obtener indicadores para cada alternativa que considere varias condiciones de oferta de transporte público y cortes temporales.

1.2.1 Parámetros operacionales

Para efectos de la modelación de transporte en el software EMME, cada tecnología férrea presenta variaciones en cuanto a los parámetros de operación que permiten simularlas, para esto se hicieron los siguientes supuestos, los cuales son justificados a continuación.

Tabla 4 Supuestos de modelación por tipología del sistema férreo

Ítem	Tren Regional	Metro Pesado
Capacidad tren	1,200 pax	1,800 pax
Intervalo de despacho	3 min	2.5 min
Tiempo de transferencia (penalidad)	6 min 53 seg.	6 min 53 seg.
Longitud de links de acceso	50 m	50 m
Integración física y tarifaria	SÍ	SÍ
Tiempo de parada	20 seg., 30 seg. en conexión con PLMB y estación terminal	20 seg., 30 seg. en conexión con PLMB y estación terminal
Velocidad operacional	Entre 31.7 km/h y 34.4 km/h Dependiendo de la alternativa	Entre 40.1 km/h y 41.1 km/h Dependiendo de la alternativa
Penalidad de tiempos de acceso	Dependiendo del tipo de estación: 3 minutos en superficie, 4 minutos subterránea y 5 minutos elevada	

Fuente: Steer 2022

1.2.1.1 Capacidad del tren

Aunque este parámetro no influye en los resultados de estimación de demanda, dado que el modelo no presenta restricciones de capacidad, es un dato importante para conocer operativamente los pasajeros máximos que podrían ser atendidos en la hora de pico dependiendo de la tipología del tren considerado.

Un insumo para la definición del tipo de tren y el número de vagones de cada alternativa fue el resultado de la modelación de la etapa de análisis de transporte. Para este caso se considera que las alternativas evaluadas con tren ligero tienen una capacidad de 1,200 pasajeros, mientras que las de metro pesado tienen capacidad de 1,800 pasajeros.

El detalle del tipo de tren considerado y sus características pueden ser consultados en el documento CAC-SGC-DGF-INF.CYD-1-v.0 Diseño Geométrico Férreo.

1.2.1.2 Intervalo de despacho

El intervalo para estos escenarios de modelación fue calculado con base en los resultados de la etapa anterior, dando como resultado un intervalo de 3 minutos para los trenes regionales y de 2.5 minutos para las alternativas de metro pesado.

1.2.1.3 Tiempo de transferencia y longitudes de acceso

El tiempo de transferencia y la longitud de los arcos de acceso corresponden a los valores utilizados en sistemas similares dentro del modelo de 4 etapas entregado por la SDM. Para tren regional se utilizó como referencia los valores incorporados en el modelo para los proyectos: Regiotram de Occidente y Regiotram Norte, mientras que para el metro pesado se consideraron los parámetros utilizados para los estudios de demanda de la estructuración de los proyectos: Primera y Segunda línea de metro de Bogotá.

1.2.1.4 Esquema tarifario

En cuanto al esquema tarifario del proyecto, tal como se desarrolló en la etapa de análisis de transporte, se modela cada alternativa con integración física y tarifaria completa al Sistema Integrado de Transporte Público SITP de Bogotá, independientemente de la tecnología. Dentro del modelo, la integración física se refiere a la inclusión de arcos que conecten directamente las estaciones del proyecto con otras estaciones de transporte masivo de la ciudad, como se describe en la sección 1.3.1.

Por otro lado, la integración tarifaria se refiere a una integración completa de las tarifas del proyecto con las asociadas al SITP (componente zonal, troncal y metro), en la cual las transferencias que se den entre el proyecto y otros modos no impongan el pago de la tarifa completa, sino el diferencial entre las tarifas de los diferentes modos.

Para este análisis la tarifa para el Corredor Férreo del Sur es la misma del sistema troncal y de las otras líneas de metro de Bogotá: \$2.400. Esto entonces implica que el cambio modal entre estos sistemas no genera cobro al usuario y que las transferencias entre el sistema zonal y el proyecto costarán \$200, como se presenta en la siguiente tabla.

Estas integraciones aplicarán solo para el proyecto en cuestión, es decir, los proyectos Regiotram de Occidente y del Norte se modelarán como se han modelado en estudios de demanda desarrollados basados en el modelo de 4 etapas de la Secretaría de Movilidad : sin integración con el SITP, e integrados entre ellos.

Por su parte, las transferencias entre el proyecto y los demás trenes regionales se cobrarán a la tarifa plena.

Tabla 5. Estructura tarifaria del modelo de transporte

Modo	Zonal	Troncal	Metro	Regiotram Occ - Norte	Corredor Férreo del Sur
Peatón	\$ 2.200	\$ 2.400	\$ 2.400	Dependiendo del par OD	\$ 2.400
Zonal	\$ 0	\$ 200	\$ 200	Tarifa plena	\$ 200
Troncal	\$ 0	\$ 0	\$ 0	Tarifa plena	\$ 0
Metro	\$ 0	\$ 0	\$ 0	Tarifa plena	\$ 0
Regiotram Occ - Norte	Tarifa plena	Tarifa plena	Tarifa plena	\$ 0	Tarifa plena
Corredor Férreo del Sur	\$ 0	\$ 0	\$ 0	Tarifa plena	\$ 0

Fuente: Steer 2022

La propuesta de tarifa y de la integración tarifaria con otros sistemas férreos regionales fue puesta en discusión y aprobada en mesa técnica con el equipo de la SDM y la EMB.

1.2.1.5 Tiempos de parada

Para la definición de los tiempos de parada también se tomaron como referencia los valores incorporados en el modelo de 4 etapas para modo tren y metro, en donde en las estaciones iniciales y en las que se presentan un gran número de transferencias, como el caso de la estación de transferencia con la PLMB se considera un tiempo de parada de 30 segundos, mientras que en el resto de las estaciones intermedias se consideran 20 segundos.

1.2.1.6 Velocidades

Para esta etapa de modelación, algunos de los parámetros operacionales dependen de la tipología de línea (a nivel, subterránea o elevada), y se derivan del diseño geométrico y férreo. Uno de estos es la velocidad, la cual se incorporó tramo a tramo según el insumo generado por el equipo ferroviario del proyecto. La siguiente tabla presenta la velocidad resultante de cada alternativa.

Tabla 6. Velocidades resultantes del corredor férreo del sur para cada alternativa en el modelo de transporte

Alternativa	Longitud trazado (por sentido)	Tiempo de recorrido (con tiempo de parada)	Velocidad resultante
1	19.77 km	34.51 min	34.4 km/h
3	20.3 km	36.99 min	32.9 km/h
4	22.9 km	43.34 min	31.7 km/h
6	27.32 km	50.78 min	32.3 km/h
6A	26.94 km	40.29 min	40.1 km/h
7	23.56 km	34.36 min	41.1 km/h

Fuente: Steer 2022

1.2.1.7 Penalidad de tiempos de acceso

El otro parámetro operacional que varía según la alternativa es la penalidad de acceso a estaciones. Ya que en esta etapa se cuenta con el perfil de elevación de cada trazado, se asignó una penalidad de acceso diferente a estaciones elevadas, subterráneas, o en superficie, como se muestra a continuación.

Tabla 7. Penalidad de acceso según tipo de estación

Tipo estación	Penalidad de acceso	Referencia
En superficie	3 min	Estaciones Regiotram Occidente
Elevada	5 min	Estaciones Primera Línea de Metro de Bogotá
Subterránea	4 min	Estaciones Segunda Línea de Metro de Bogotá

Fuente: Steer 2022

1.2.2 Cortes temporales

Los cortes temporales se refieren a los años en los que se obtendrán los indicadores de demanda para comparar las alternativas. En esta etapa, igual a como se desarrolló en el análisis de transporte, se definieron dos cortes temporales: el inicio de operación del proyecto (2035 según lo acordado en mesa técnica con el equipo de la SDM y la EMB), y el último horizonte de evaluación, a los 20 años de operación del proyecto (2055).

Teniendo en cuenta que Bogotá para el inicio del proyecto ya había adoptado su nuevo POT “Bogotá Verdece 2022 - 2035” mediante Decreto 555 del 2021, la visión de crecimiento de ciudad, así como los análisis urbanísticos y el modelo de transporte para el presente proyecto, tomaron como base la normativa y proyectos establecidos en dicho documento conforme a lo acordado entre el equipo consultor, la interventoría y el IDU. La visión de ciudad y proyectos de transporte público fueron proporcionados por la SDM a esta consultoría como insumo para los análisis.

En consecuencia y dado que la revisión de los vectores de población y usos del suelo para Bogotá fueron realizados en ejercicios recientes entre la SDM y la SDP, estos no fueron modificados para Bogotá. Sin embargo, para el municipio de Soacha las variables de atracción y generación fueron revisadas y ajustadas según la siguiente información:

- Decretos reglamentarios y normativa urbana de los planes parciales adoptados;
- Normativa urbana vigente incluyendo edificabilidad propuesta para los distintos tratamientos urbanísticos según el POT de cada uno de los municipios;
- Información georreferenciada compartida por la Secretaría de Planeación de Soacha sobre el POT vigente y las propuestas incluidas en el proceso de revisión y formulación del nuevo POT que se encuentra en revisión por parte de la CAR;
- Histórico de licencias de construcción por uso otorgadas en los municipios objeto de estudio con base en las “Estadísticas de edificación licencias de construcción – ELIC” del DANE, que contiene información desde 2005 hasta el 2022 con corte a abril 2022 (DANE, 2021);
- Base histórica y vigente (proyectos activos e inactivos) de proyectos de construcción por uso georreferenciados en los municipios objeto de estudio con base en “Coordenada Urbana” de CAMACOL, que contiene información desde 2015 hasta el 2021 con corte junio de 2021 (CAMACOL, 2021);
- Proyecciones de población del “Censo Nacional de Población y Vivienda 2018” del DANE (DANE, 2018).

El detalle y resultado de estas modificaciones pueden ser consultados en el documento CAC-SGC-GEN-TRA-01-v.2 Análisis de transporte.

1.2.3 Prospectivas de proyectos

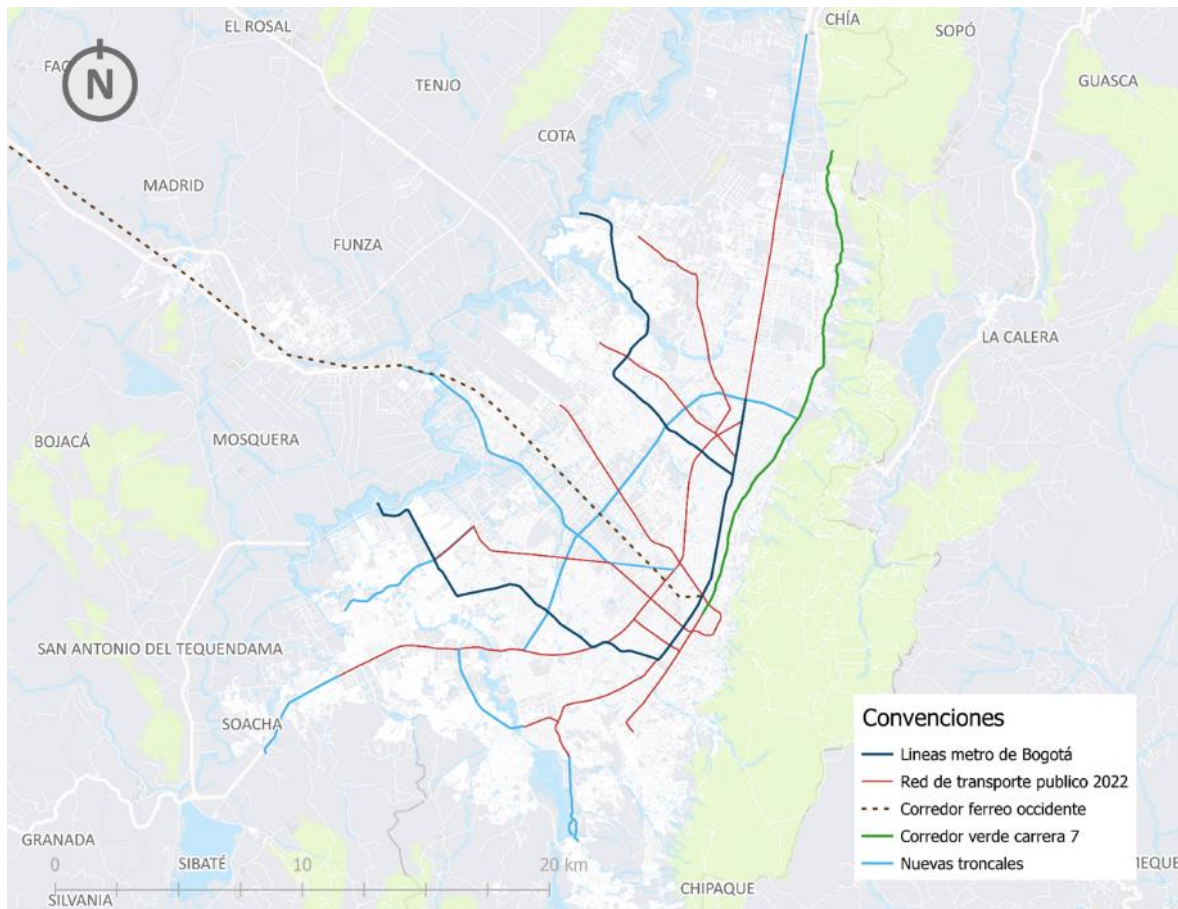
En este proyecto se han planteado 3 ofertas de transporte público, cada oferta contiene una configuración de proyectos futuros que se encuentran en los ejercicios de planeación de la ciudad.

- **Oferta 1:** Los proyectos, que, dado su grado de avance actual, tienen una alta probabilidad de estar operando en el año 2035.
- **Oferta 2:** Proyectos identificados por el Distrito que bajo una visión optimista e ideal estarían operando en el año 2035 y bajo una visión conservadora pueden considerarse operando en el 2055.
- **Oferta 3:** Proyectos identificados por el Distrito que bajo una visión optimista e ideal estarían operando en el año el año 2055.

Teniendo en cuenta que se trata de supuestos de planificación de ciudad, las redes de oferta empleadas en el desarrollo de las Fases 1 y 2 de la presente consultoría fueron definidas y validadas por la SDM y la EMB. La información correspondiente a la oferta de transporte público de modos, rutas, intervalos y trazados fue suministrada por la SDM en el modelo de transporte de 4 etapas en su versión más actualizada. Dicha información será adaptada para cada una de las prospectivas y escenarios incluidos en los análisis de transporte.

Los siguientes son los proyectos que se incluyen en cada oferta, los cuales pueden ser detallados espacialmente en los mapas que acompañan cada lista:

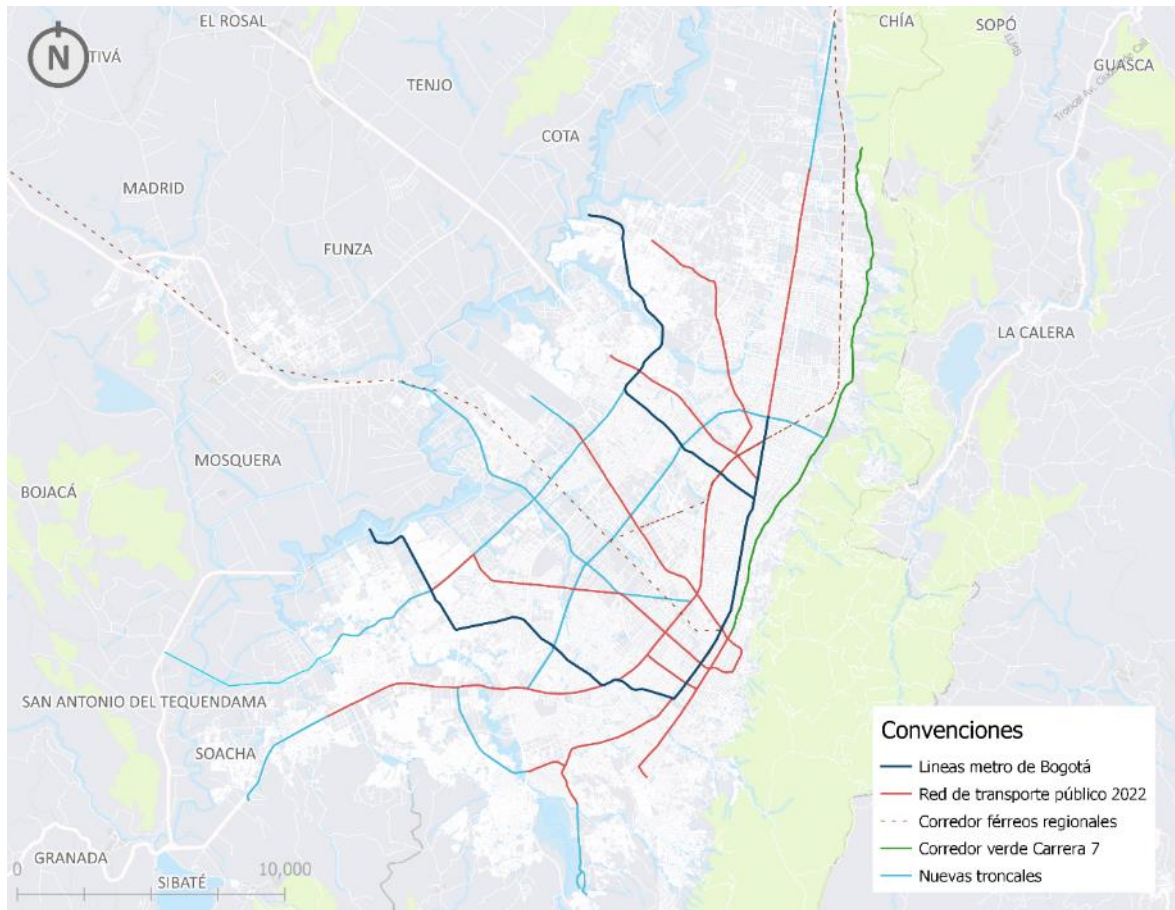
- **Oferta 1**
 - Troncales
 - Red de transporte público 2022
 - Av. Calle 13 desde puente Aranda hasta límite del distrito
 - Corredor Verde Carrera 7 desde Calle 34 hasta Calle 200
 - Av. Carrera 68 entre Autopista Sur y Carrera 7
 - Av. Ciudad de Cali desde Av. Circunvalar del Sur hasta Av. Manuel Cepeda Vargas
 - Extensión troncal Autopista Norte desde Estación Terminal hasta Calle 245
 - Conexión troncal Américas desde NQS hasta Puente Aranda
 - Fase II y III de Soacha desde San Mateo hasta el Vinculo
 - Extensión Troncal Caracas Sur desde estación Molinos hasta Portal Usme
 - Av. Villavicencio desde Av. Boyacá hasta Autopista Sur (Portal Tunal – Estación Sevillana)
 - Proyectos Férreos
 - Línea 1 de Metro hasta Calle 72
 - Línea 2 de Metro desde Calle 72 hasta Suba
 - Corredor férreo de occidente – Proyecto Regiotram de Occidente

Figura 2 Proyectos de transporte público de la oferta 1

Fuente: Steer 2022

- **Oferta 2**
 - Proyectos transporte público Oferta 1
 - Troncales
 - Avenida Ciudad de Cali desde Av. Manuel Cepeda Vargas hasta Calle 80 y desde Av. Circunvalar del Sur hasta Av. ALO Sur
 - Extensión troncal Av. Eldorado hasta Aeropuerto Eldorado
 - Extensión troncal Calle 80 desde Carrera 100 hasta Puente de Guadua
 - Proyectos Férreos
 - Extensión de la L1 del metro por la Autopista Norte desde la Calle 72 hasta la Calle 100
 - Corredor férreo del Norte – Proyecto Regiotram del Norte

Figura 3 Proyectos de transporte público de la oferta 2

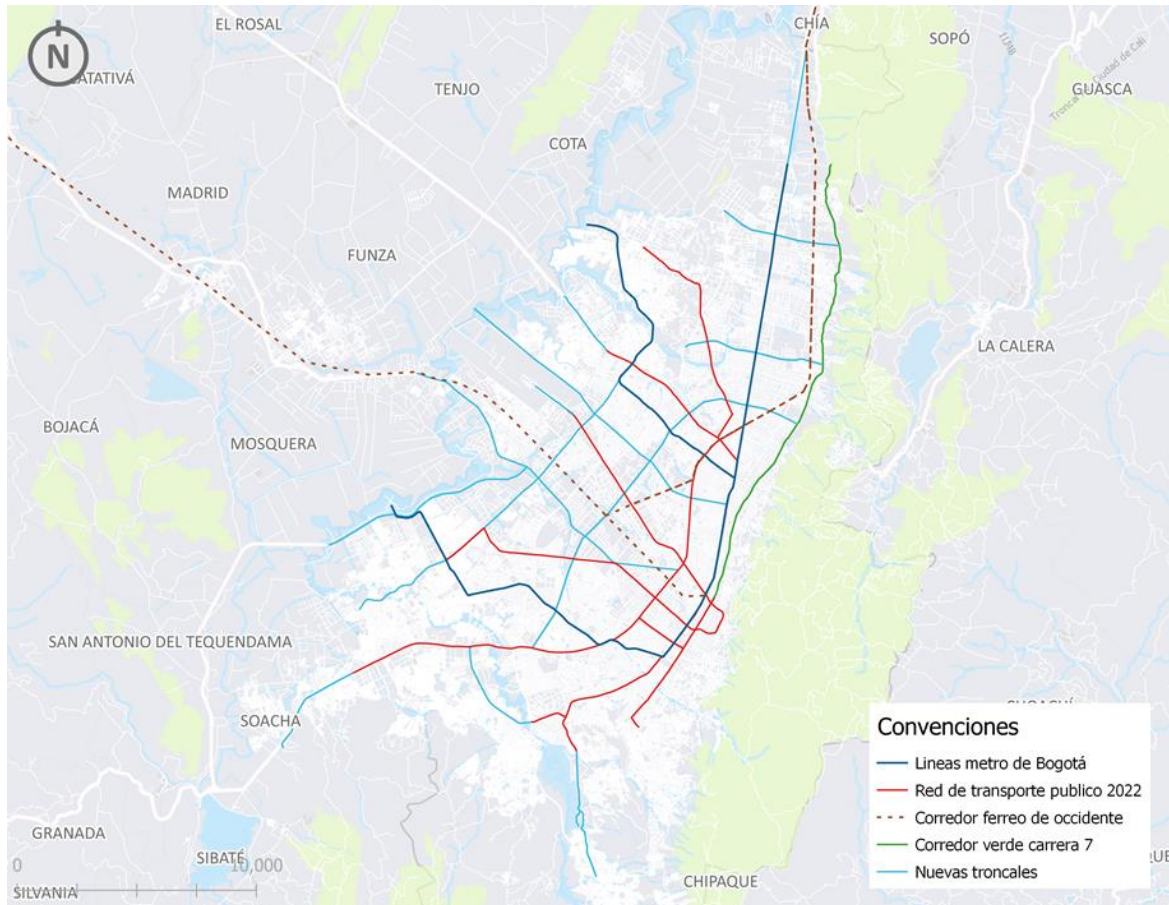


Fuente: Steer 2022

- **Oferta 3**

- Proyectos de Transporte Público Oferta 2
- Troncales
 - Calle 170 desde Av. Boyacá hasta Carrera 7
 - Calle 127 desde Carrera 7 hasta Av. Boyacá
 - Av. Calle 63 desde Av. Caracas hasta límite del Distrito Capital
 - Extensión troncal Usme – Yomasa
 - Corredor ALO desde Mondoñedo hasta Calle 80 (Proyectos ALO Sur y ALO Centro)
- Proyectos Férreos
 - Extensión de la L1 del metro por la Autopista Norte desde la Calle 100 hasta la Calle 200

Figura 4 Proyectos de transporte público de la oferta 3



Fuente: Steer 2022

Adicionalmente, para la modelación las ofertas de transporte se pueden implementar en la ciudad en diferentes cortes temporales, dependiendo del desarrollo que se presente en años futuros. Por lo tanto, se han planteado dos prospectivas de proyectos, las cuales se refieren a dos posibles configuraciones de entrada de proyectos futuros en la ciudad, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8 Prospectivas de modelación

Prospectiva	Corte temporal 2035	Corte temporal 2055	Integración con corredores férreos regionales y SITP
A	Oferta 1	Oferta 2	Integrado
B	Oferta 2	Oferta 3	Integrado

Fuente: Steer 2022

1.3 Ajustes al modelo de transporte

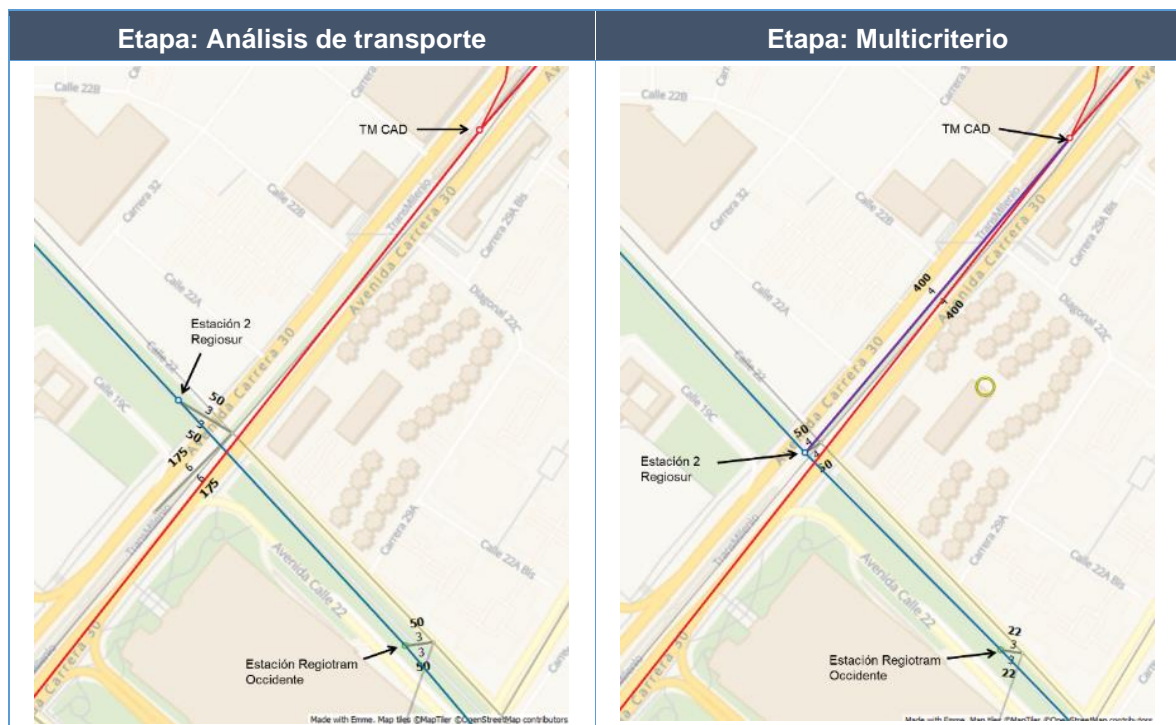
Adicional a los cambios en los parámetros operacionales ya descritos, para esta etapa se hicieron cambios asociados a la ubicación de estaciones y sobre el modelo incremental del modelo de transporte aplicado al municipio de Soacha.

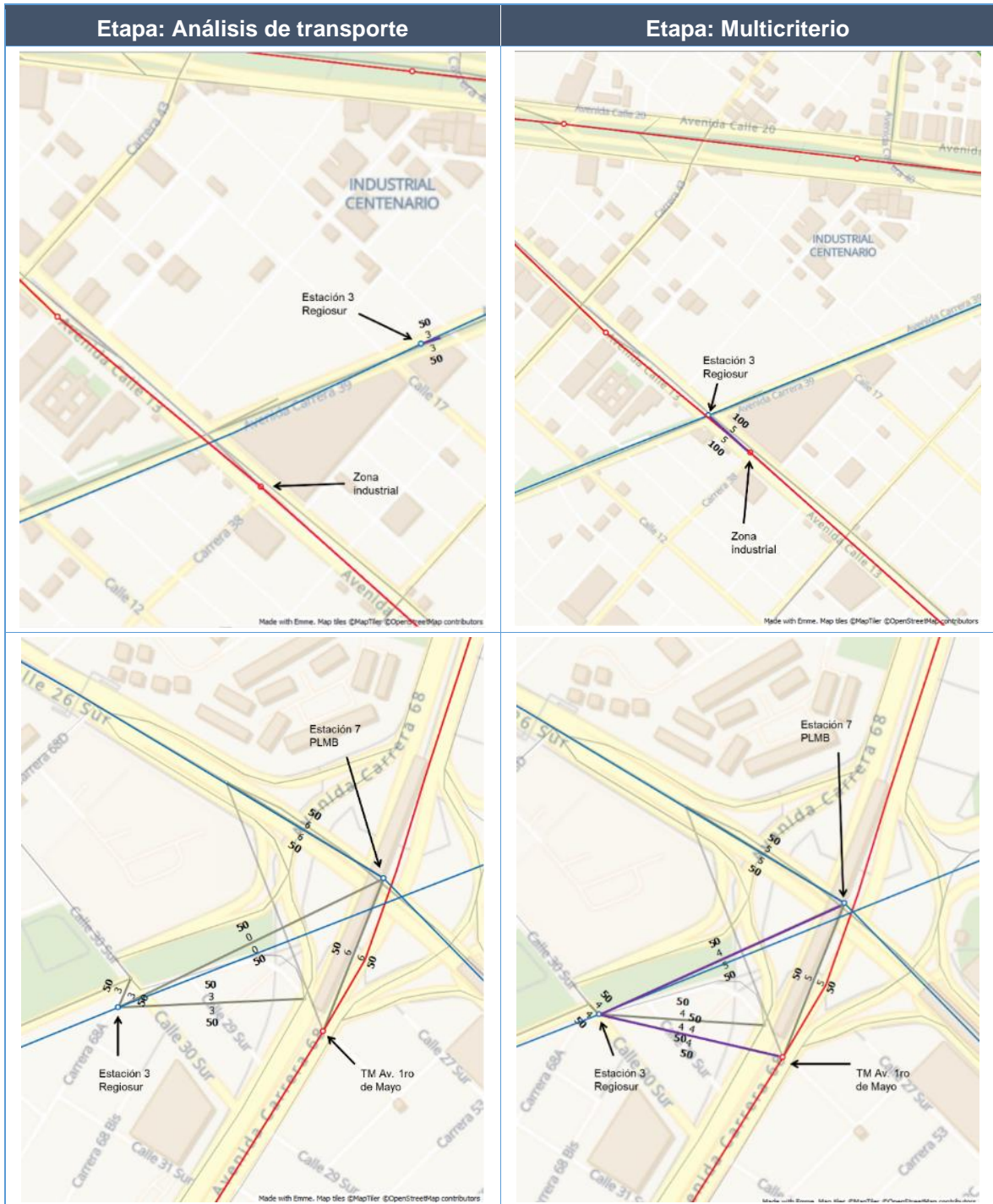
1.3.1 Conexiones de estaciones

La revisión de las alternativas a nivel de prediseño geométrico, demanda y otras áreas técnicas del proyecto dio lugar a la reubicación de algunas de las estaciones. Algunos de estos ajustes, por ejemplo, se plantearon para permitir una mejor conexión entre el Corredor Férreo del Sur y las troncales actuales y existentes para la ciudad.

Además de la nueva ubicación de las estaciones, fueron revisadas las conexiones en el modelo de 4 etapas para todos los modos de transporte masivo. Las figuras a continuación muestran los cambios realizados en las conexiones entre troncales en el modelo con respecto a la etapa anterior, presentando en cada arco su longitud (en metros y en negrilla) y su penalidad de acceso (en minutos y sin negrilla). En la medida en que algunas alternativas comparten trazado y estaciones entre sí, los cambios hechos sobre una estación fueron replicados para todas las alternativas que tienen dicha estación.

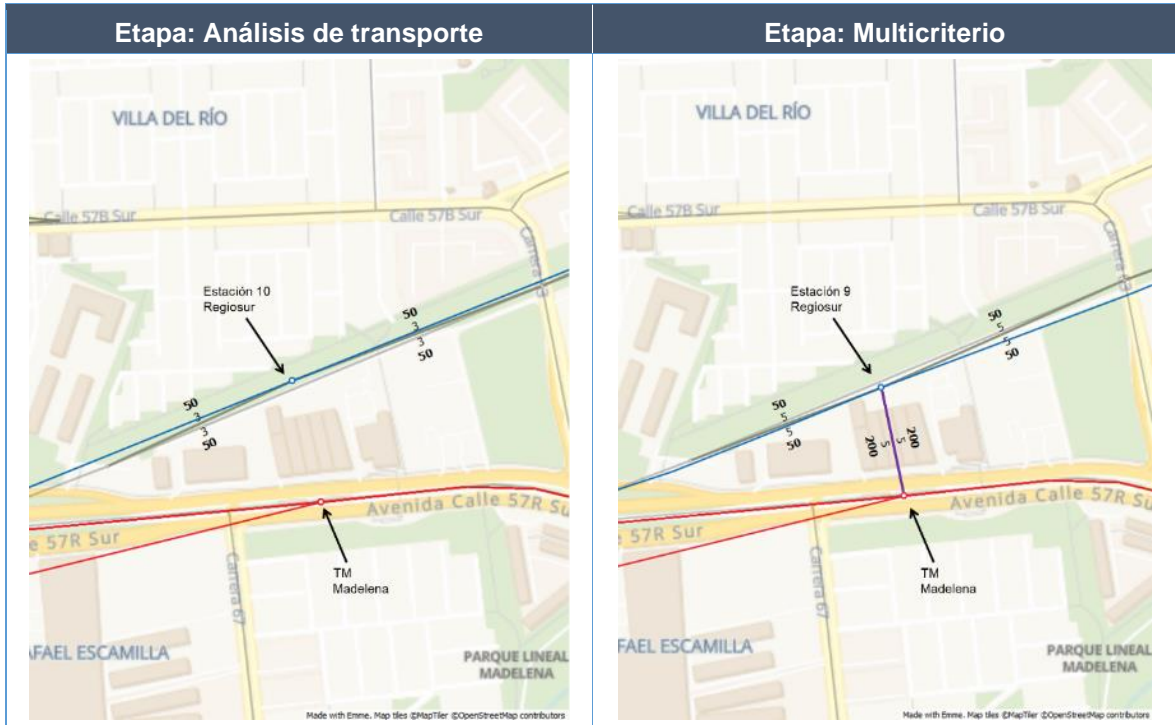
Tabla 9. Cambios en longitudes y penalidades de conexiones en estaciones compartidas por las alternativas 1, 3, 4 y 7





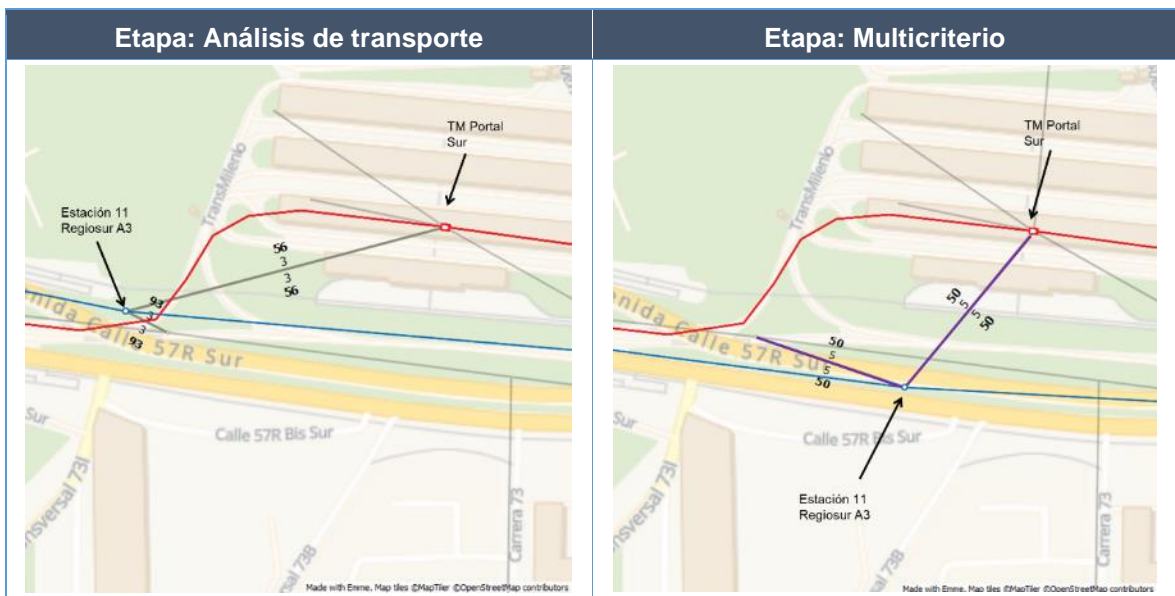
Fuente: Steer 2022

Tabla 10. Cambios en longitudes y penalidades de conexiones en estaciones compartidas por las alternativas 1 y 3.



Fuente: Steer 2022

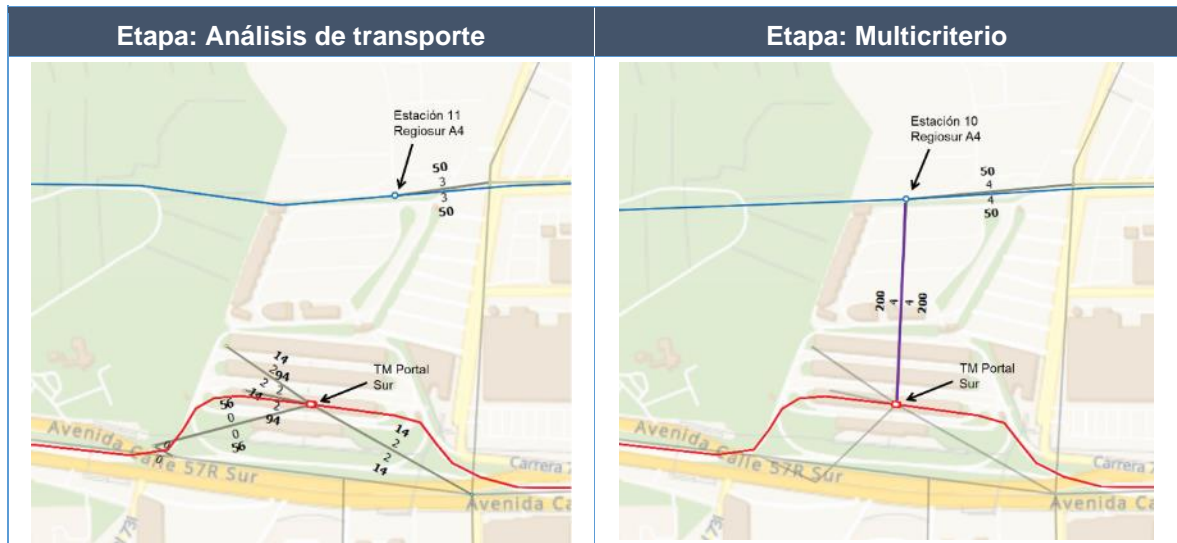
Tabla 11. Cambios en longitudes y penalidades de conexiones en estaciones exclusivas de la alternativa 3.





Fuente: Steer 2022

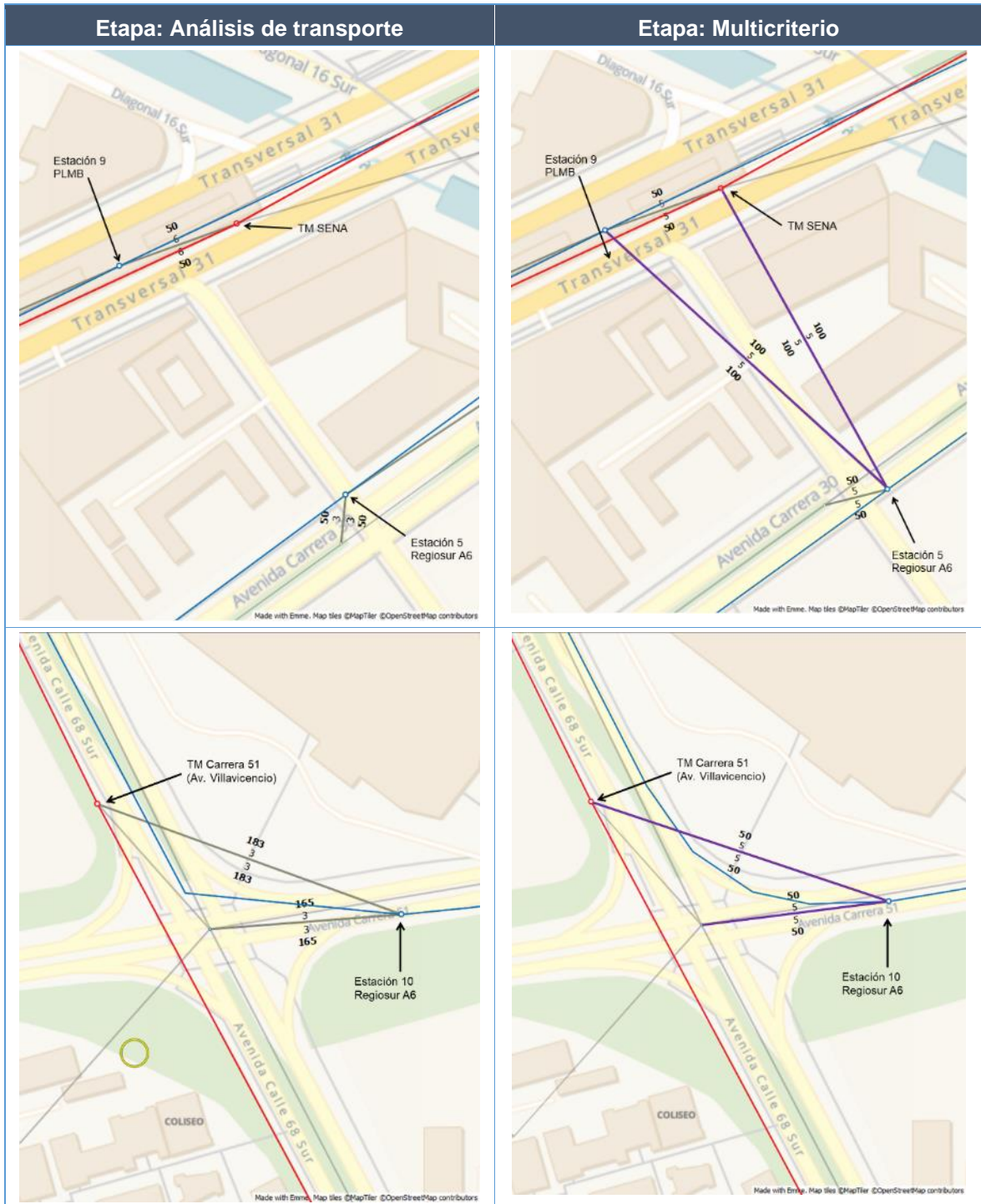
Tabla 12. Cambios en longitudes y penalidades de conexiones en estaciones compartidas por las alternativas 4 y 7.



Fuente: Steer 2022

Tabla 13. Cambios en longitudes y penalidades de conexiones en estaciones exclusivas de la alternativa 6.

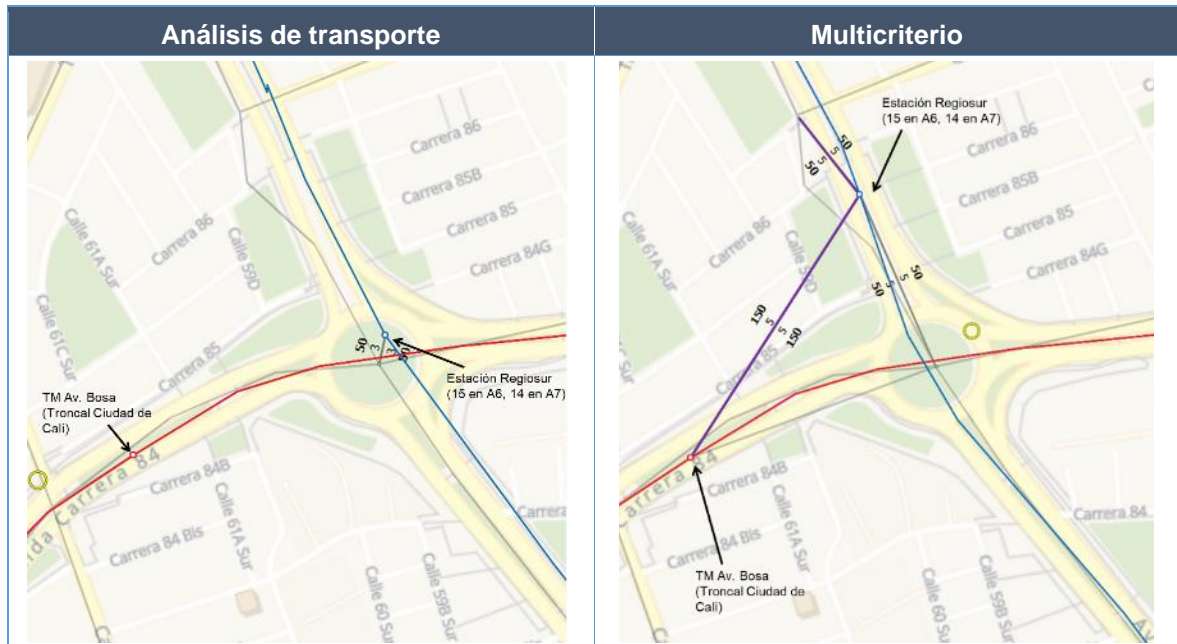






Fuente: Steer 2022

Tabla 14. Cambios en longitudes y penalidades de conexiones en estaciones compartidas por las alternativas 6 y 7.



Fuente: Steer 2022

Con estos ajustes de conexiones, la integración física de las alternativas con los corredores troncales actuales y futuros por estación se define en las tablas a continuación. Cabe recordar que las alternativas 1, 3, 4 y 7 comparten las estaciones 1 a 8 (sentido Centro-Soacha). La numeración de las estaciones corresponde a la de los mapas presentados en la sección 1.2.

Tabla 15. Integración física entre el CFS y el componente troncal del SITP de Bogotá para el tramo compartido de las alternativas 1, 3, 4 y 7

Estación	Conexión física	Penalidad	Longitud
2	TM CAD (Troncal NQS)	5min a TM 4min a CFS	400m
3	TM Zona industrial (Troncal Cl. 13)	2min a TM 5min a CFS	100m
6	TM Av. 1ro de Mayo con Cra. 68 (Troncal Cra- 68)	4min a TM 4min a CFS	50m
	PLMB estación 7	5 min a PLMB 4 min a CFS	50m

Fuente: Steer 2022

Tabla 16. Integración física entre el CFS y el componente troncal del SITP de Bogotá para la alternativa 1

Estación	Conexión física	Penalidad	Longitud
9	TM Madelena (Troncal NQS)	5min a TM 5min a CFS	200m
10	TM Portal Sur (Troncal NQS)	5min a TM 5min a CFS	50m
12	TM León XIII (Troncal NQS)	5min a TM 5min a CFS	50m
13	TM San Mateo (Troncal NQS)	5min a TM 5min a CFS	50m

Fuente: Steer 2022

Tabla 17. Integración física entre el CFS y el componente troncal del SITP de Bogotá para la alternativa 3

Estación	Conexión física	Penalidad	Longitud
9	TM Madelena (Troncal NQS)	5min a TM 5min a CFS	200m
10	TM Portal Sur (Troncal NQS)	5min a TM 5min a CFS	50m
11	TM Bosa (Troncal NQS)	5min a TM 5min a CFS	200m

Fuente: Steer 2022

Tabla 18. Integración física entre el CFS y el componente troncal del SITP de Bogotá para la alternativa 4

Estación	Conexión física	Penalidad	Longitud
10	TM Portal Sur (Troncal NQS)	4min a TM 4min a CFS	200m

Fuente: Steer 2022

Tabla 19. Integración física entre el CFS y el componente troncal del SITP de Bogotá para las alternativas 6 y 6a

Estación	Conexión física	Penalidad	Longitud
2	TM Paloquemao (Troncal NQS)	5min a TM 5min a CFS	50m
3	TM Ricaurte (Troncal NQS)	5min a TM 5min a CFS	50m
4	TM Ricaurte (Troncal NQS)	5min a TM 5min a CFS	50m
5	TM SENA (Troncal NQS)	5min a TM 5min a CFS	100m
	PLMB estación 9	5min a TM 5min a CFS	100m
10	TM Av. Gaitán cortés (Troncal Av. Villavicencio)	5min a TM 5min a CFS	50m
11	TM Parque el Taller (Troncal Av. Villavicencio)	5min a TM 5min a CFS	400m
12	TM Portal Sur (Troncal NQS)	5min a TM 5min a CFS	50m
15	TM Av. Bosa (Troncal Av. Ciudad de Cali)	5min a TM 5min a CFS	150m
21	TM Av. San Marón (Troncal Av. Ciudad de Cali) desde oferta 2	5min a TM 5min a CFS	450m

Fuente: Steer 2022

Tabla 20. Integración física entre el CFS y el componente troncal del SITP de Bogotá para la alternativa 7

Estación	Conexión física	Penalidad	Longitud
10	TM Portal Sur (Troncal NQS)	4min a TM 4min a CFS	200m
14	TM Av. Bosa (Troncal Av. Ciudad de Cali)	5min a TM 5min a CFS	150m
19	TM Av. San Marón (Troncal Av. Ciudad de Cali) desde oferta 2	5min a TM 5min a CFS	450m

Fuente: Steer 2022

1.3.2 Ajuste al modelo incremental en Soacha

Como se explicó anteriormente, el modelo de transporte cuenta con un modelo incremental que toma los resultados de las cuatro etapas para los escenarios futuros y utiliza las diferencias con la modelación de 2019 para estimar la demanda futura, manteniendo la estructura de las matrices calibradas del año base. Una vez revisados los viajes generados en el municipio de Soacha, se identificó que, debido a la estructura del modelo incremental, la proporción de estos viajes con respecto a la población proyectada en cada una de las ZAT no lograba representar el desarrollo que estaba teniendo el municipio. Es decir, en las zonas de altos crecimientos poblacionales en los escenarios futuros, los viajes no crecían en igual medida y, en algunos casos, zonas con una menor proyección de población resultaban en un mayor número de viajes que zonas con una mayor proyección.

Para corregir este efecto se realizó una modificación en el modelo incremental (pivote aditivo) que se aplica a los viajes que se generan en Soacha, como se muestra a continuación:

1. Pivote aditivo →

$$\forall i \in S: M_{Futura} = M_{obs\ 2019} + (M_{Futura\ antes\ de\ MI} - M_{mod\ 2019})$$

$$\forall j \in S: M_{Futura_{ij}} = M_{obs\ 2019_{ij}} + (M_{Futura\ antes\ de\ MI_{ij}} - M_{mod\ 2019_{ij}})$$

2. Elimina negativos

$$M_{Futura_{ij}} = \text{Max}(0, M_{Futura_{ij}})$$

3. Factor de corrección por generación →

$$F = \frac{\text{Total viajes}_{antes\ de\ pivote}}{\text{Total viajes}_{pivote\ aditivo}}$$

$$\forall i \in S: M_{FuturaDP_{ij}} = FM_{Futura_{ij}}$$

Donde:

i = Zona de origen

j = Zona de destino

S = Conjunto de zonas del municipio de Soacha

$M_{Futura_{ij}}$ = demanda del par origen-destino ij en la matriz modelada futura antes de pivote.

$M_{obs\ 2019_{ij}}$ = demanda del par origen-destino ij en la matriz calibrada del año base 2019

$M_{Futura\ antes\ de\ MI_{ij}}$ = demanda del par origen-destino ij en la matriz futura antes del ajuste del modelo incremental

$M_{mod\ 2019_{ij}}$ = demanda del par origen-destino ij en la matriz modelada de 2019

$M_{Futura DP_{ij}}$ = demanda del par origen destino ij en la matriz resultante del pivote

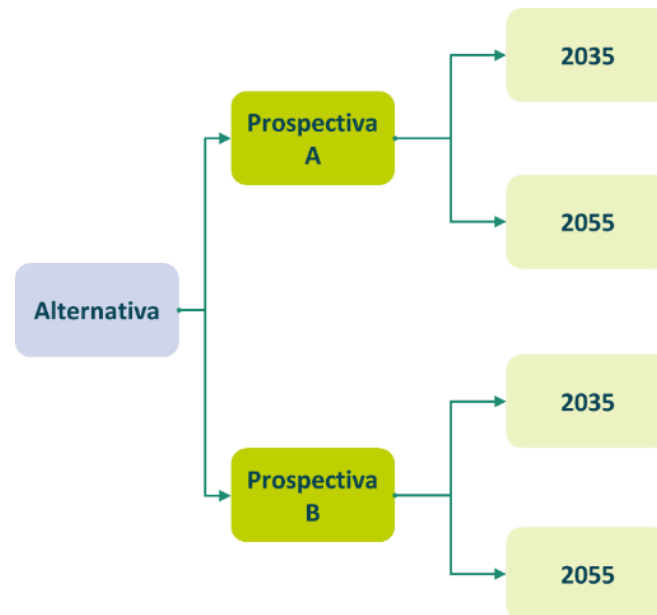
$Total\ viajes_{antes\ de\ pivote}$ = viajes totales de la matriz antes del modelo incremental

$Total\ viajes_{pivote\ aditivo}$ = viajes totales de la matriz después del modelo incremental

1.4 Resumen de escenarios de modelación para la etapa de matriz multicriterio

En esta etapa se obtiene información de demanda de los corredores potenciales en un escenario en el que el Sistema de Transporte de la Región Capital cuenta con integración física y tarifaria, maximizando los beneficios sociales por mejoras en transporte para diferentes perspectivas de oferta de transporte público incorporadas. Así, para cada alternativa se estima la demanda para las dos perspectivas de oferta y los dos cortes temporales presentados anteriormente, tal como se ilustra en la siguiente figura, obteniendo un total de 24 escenarios de modelación.

Figura 5. Escenarios de modelación de cada alternativa



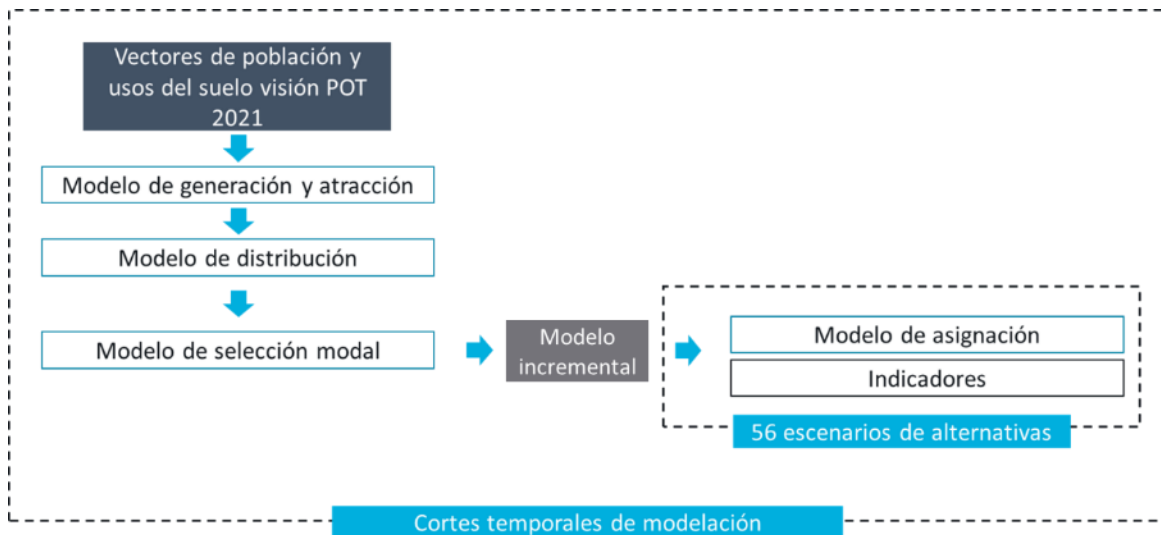
Fuente: Steer 2022

Para la modelación de estos escenarios se propone correr el modelo completo de 4 etapas para cada oferta en cada corte temporal según la prospectiva, de tal forma que se establecen 4 escenarios base:

1. Uno para el corte temporal 2035 con oferta 1
2. Uno para el corte temporal 2055 con oferta 2
3. Uno para el corte temporal 2035 con oferta 2
4. Uno para el corte temporal 2055 con oferta 3

La evaluación de los corredores se hará en su totalidad desde el resultado de estos escenarios base, utilizando únicamente el modelo de asignación de la herramienta para evaluar y obtener indicadores de cada uno de los 24 escenarios. La imagen a continuación ilustra este enfoque metodológico dentro de la estructura del modelo.

Figura 6 Estructura del modelo para estimación de indicadores en el análisis de transporte



Fuente: Steer 2022

De esta forma, todas las alternativas se compararán partiendo de las matrices de asignación resultantes de las corridas de cuatro etapas de los escenarios base.

2 COMPONENTES DE ANÁLISIS DE TRANSPORTE

Este capítulo presenta los criterios e indicadores del componente 5 – beneficios sociales por mejoras en transporte de la matriz multicriterio presentados en el documento CAC-SGC-GEN-MMC-01-v.2 Metodología Matriz Multicriterio, los cuales son calculados a partir de los resultados de la modelación.

Como se mencionó, estos indicadores serán calculados para cada alternativa para los cuatro escenarios propuestos al plantear las perspectivas de oferta. Con el fin de generar un solo valor por indicador y alternativa que permita su comparación en la matriz, se promediarán los valores obtenidos entre las dos perspectivas para cada indicador.

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Prospectiva A} + \text{Prospectiva B}}{2}$$

2.1. Indicador No.1: Pasajeros transportados

- **Objetivo:** Medir la demanda capturada por cada alternativa propuesta

- **Variables del indicador (Entradas):** Vectores de población y usos de suelo, oferta de transporte público y privado.
- **Metodología de cálculo:** Se calculan los pasajeros transportados sin incluir aquellos pasajeros de Soacha (ver indicador 3) en la HPAM durante los 20 años de análisis para las ofertas y cortes temporales definidos. Para esto, para los dos valores de cada prospectiva (2035 y 2055) se hace una interpolación para estimar los pasajeros extra en hora pico para cada año y después se divide entre 20 para obtener el promedio anual de pasajeros adicionales en la hora pico AM. A continuación, se muestra la formulación para el cálculo del indicador.

$$\frac{\sum_{i=1}^n (Pax_{A-Ti} - Pax_{A-Si}) - (Pax_{Status Quo-Ti} - Pax_{Status Quo-Si})}{20 \text{ años}}$$

Donde:

- n es el número de años de análisis
 - Pax_{A-Ti} es el número total de viajes de la alternativa en el año i
 - Pax_{A-Si} es el número de viajes de la alternativa en el año i que tienen origen o destino en las ZAT de Soacha
 - $Pax_{Status Quo-Ti}$ es el número total de viajes del escenario sin proyecto en el año i
 - $Pax_{Status Quo-Si}$ es el número de viajes del escenario sin proyecto en el año i que tienen origen o destino en las ZAT de Soacha
- **Unidad de medición:** Pasajeros/HPAM
 - **Naturaleza:** Indicador Cuantitativo
 - **Visualización:** Gráficos de barras que representen la cantidad estimada.
 - **Calificación:** La alternativa con mayor cantidad de pasajeros extra capturados obtiene un mayor puntaje.

2.2. Indicador No. 2: Ahorros en tiempo

- **Objetivo:** Cuantificar el tiempo de viaje en transporte público total ahorrado por la ciudad-región.
- **Variables del indicador (Entradas):** Vectores de población y usos de suelo, oferta de transporte público y privado.
- **Metodología de cálculo:** El indicador ahorros de tiempo mide el promedio de los ahorros de tiempo totales de viaje en transporte público de la HPAM durante los 20 años de análisis (2035-2055). Este tiempo contempla el tiempo en vehículo, el tiempo en caminata y el tiempo en espera. Para este cálculo se sigue la misma lógica del indicador anterior. A continuación, se muestra la fórmula de cálculo del indicador:

$$\frac{\sum_{i=1}^n \text{Minutos Totales}_{Status Quo i} - \text{Minutos totales}_{Alternativa i}}{20 \text{ años}}$$

Donde

- n es el número de años de análisis
- $Minutos\ Totales_{Status\ Quo}$ son los minutos totales en transporte público en el escenario sin proyecto en el año i
- $Minutos\ totales_{Alternativa}$ son los minutos totales en transporte público en el escenario con la alternativa en el año i

- **Unidad de medición:** Minutos/HPAM
- **Naturaleza:** Indicador Cuantitativo
- **Visualización:** Gráficos de barras que representen la cantidad estimada.
- **Calificación:** La alternativa con mayor ahorro de tiempo obtiene mayor puntaje.

2.3. Indicador No. 3: Pasajeros transportados de Soacha

- **Indicador:** Pasajeros transportados de Soacha
- **Objetivo:** Medir la demanda capturada de Soacha por cada alternativa propuesta
- **Variables del indicador (Entradas):** Vectores de población y usos de suelo, oferta de transporte público y privado.
- **Metodología de cálculo:** Número de pasajeros que usan el corredor férreo del sur que tienen origen o destino en alguna de las ZAT del municipio de Soacha. Para este cálculo se sigue la misma lógica del indicador anterior en el que se interpolan los valores de los dos años (2035 y 2055) de la misma prospectiva. A continuación se muestra la formulación:

$$\frac{\sum_{i=1}^n Pax_{A-S\ i} - Pax_{Status\ Quo-S\ i}}{20\ años}$$

Donde:

- n es el número de años de análisis
- $Pax_{A-S\ i}$ es el número de viajes de la alternativa en el año i que tienen origen o destino en las ZAT de Soacha
- $Pax_{Status\ Quo-S\ i}$ es el número de viajes del escenario sin proyecto en el año i que tienen origen o destino en las ZAT de Soacha
- **Unidad de medición:** Pasajeros/HPAM en los 20 años
- **Naturaleza:** Indicador Cuantitativo
- **Visualización:** Gráficos de barras que representen la cantidad estimada.
- **Calificación:** La alternativa con mayor número de viajes tiene un mayor puntaje

Tabla 21. Indicadores del Componente Beneficios Sociales por Mejoras en Transporte, y sus respectivos pesos

Componente	Criterio	Indicador	Peso Indicador
	1. Mejoras de transporte	Pasajeros transportados	25%

Componente	Criterio	Indicador	Peso Indicador
Beneficios Sociales por Mejoras en Transporte		Ahorros en tiempo	25%
	2. Integración regional	Pasajeros transportados de Soacha	50%

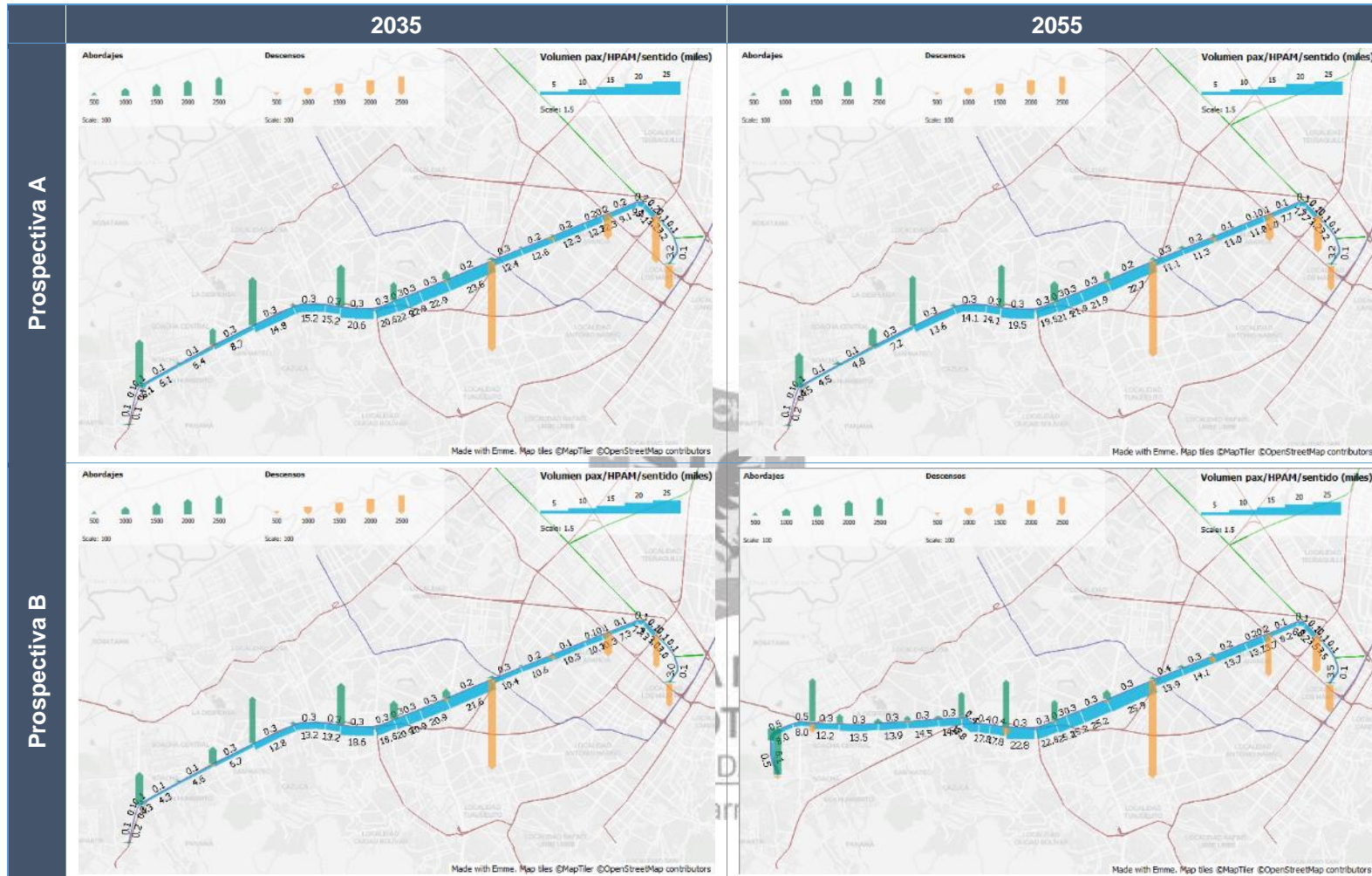
3. RESULTADOS DE MODELACIÓN

En esta sección se presentarán los perfiles de carga, el impacto que el proyecto genera en otros corredores de transporte público y el cálculo de los indicadores del componente beneficios sociales por mejoras en transporte de la matriz multicriterio.

3.1.1. Perfiles de carga

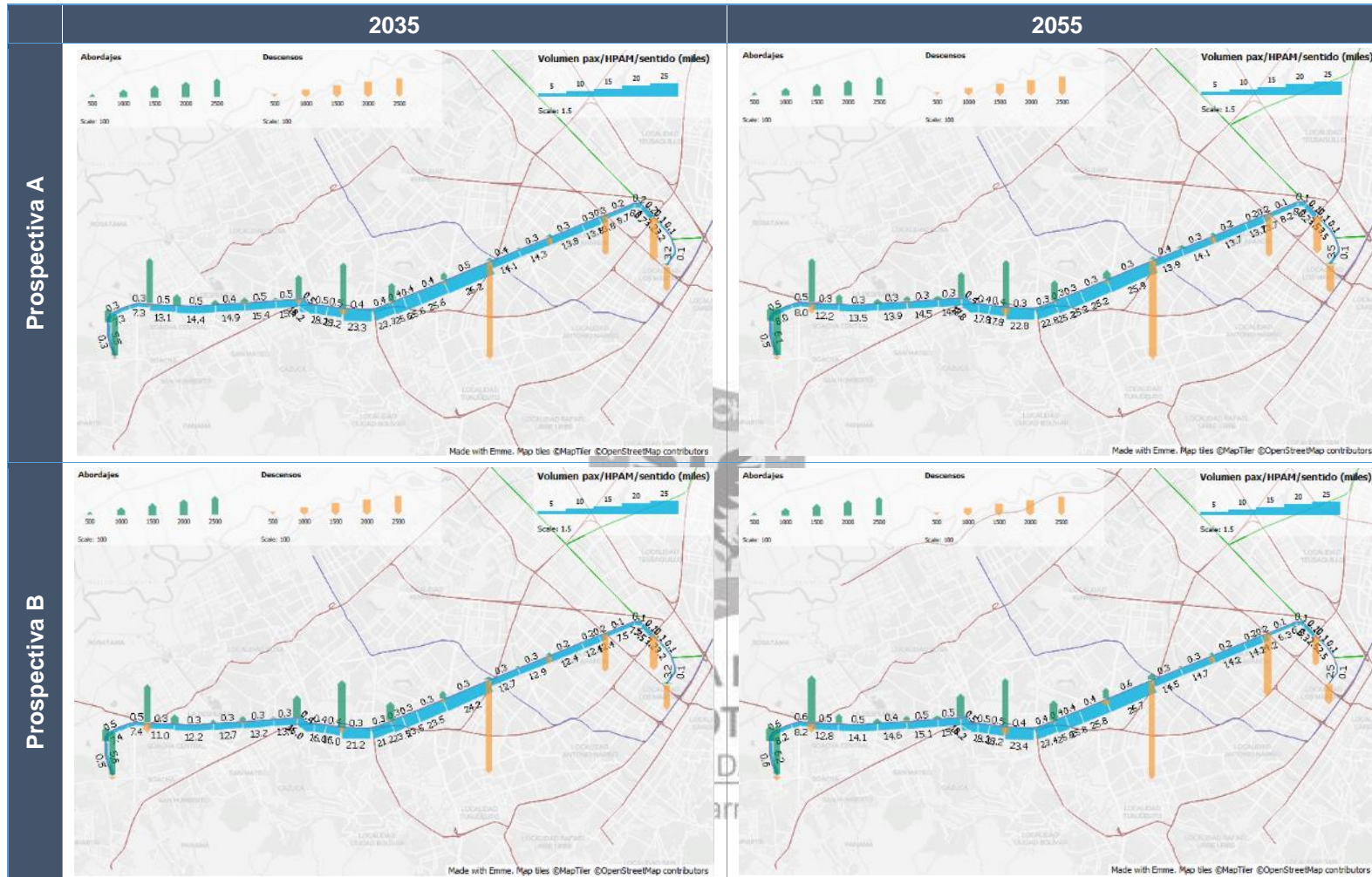
Los perfiles de carga permiten identificar por tramo, sentido y alternativa el volumen máximo de pasajeros así como un entendimiento del comportamiento general de la demanda a lo largo de cada trazado. A continuación se presentan los perfiles asociados a cada alternativa para las dos prospectivas de oferta evaluadas.

Tabla 22. Perfiles de carga Alternativa 1



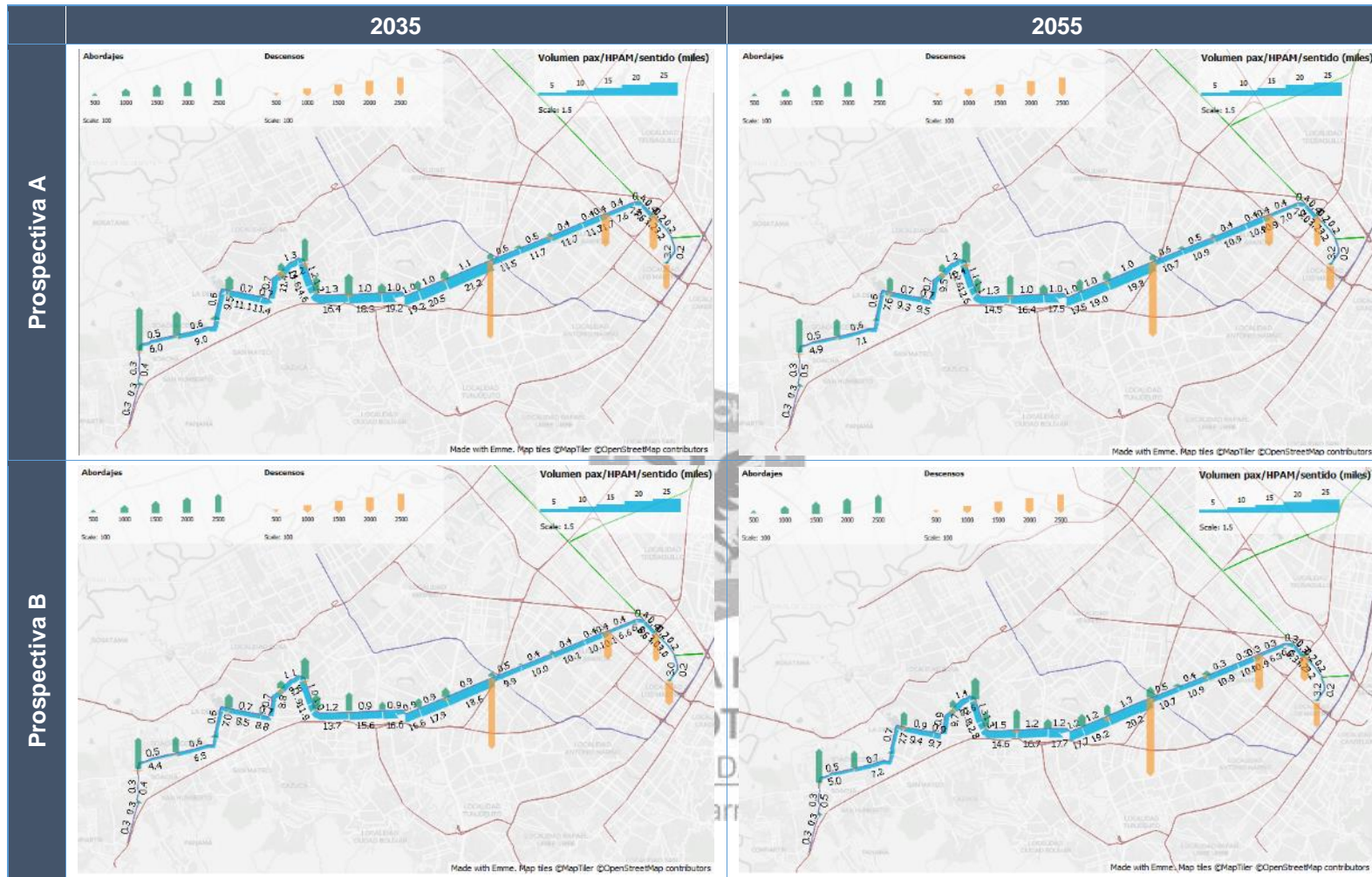
Fuente: Steer 2022

Tabla 23. Perfiles de carga Alternativa 3



Fuente: Steer 2022

Tabla 24. Perfiles de carga Alternativa 4



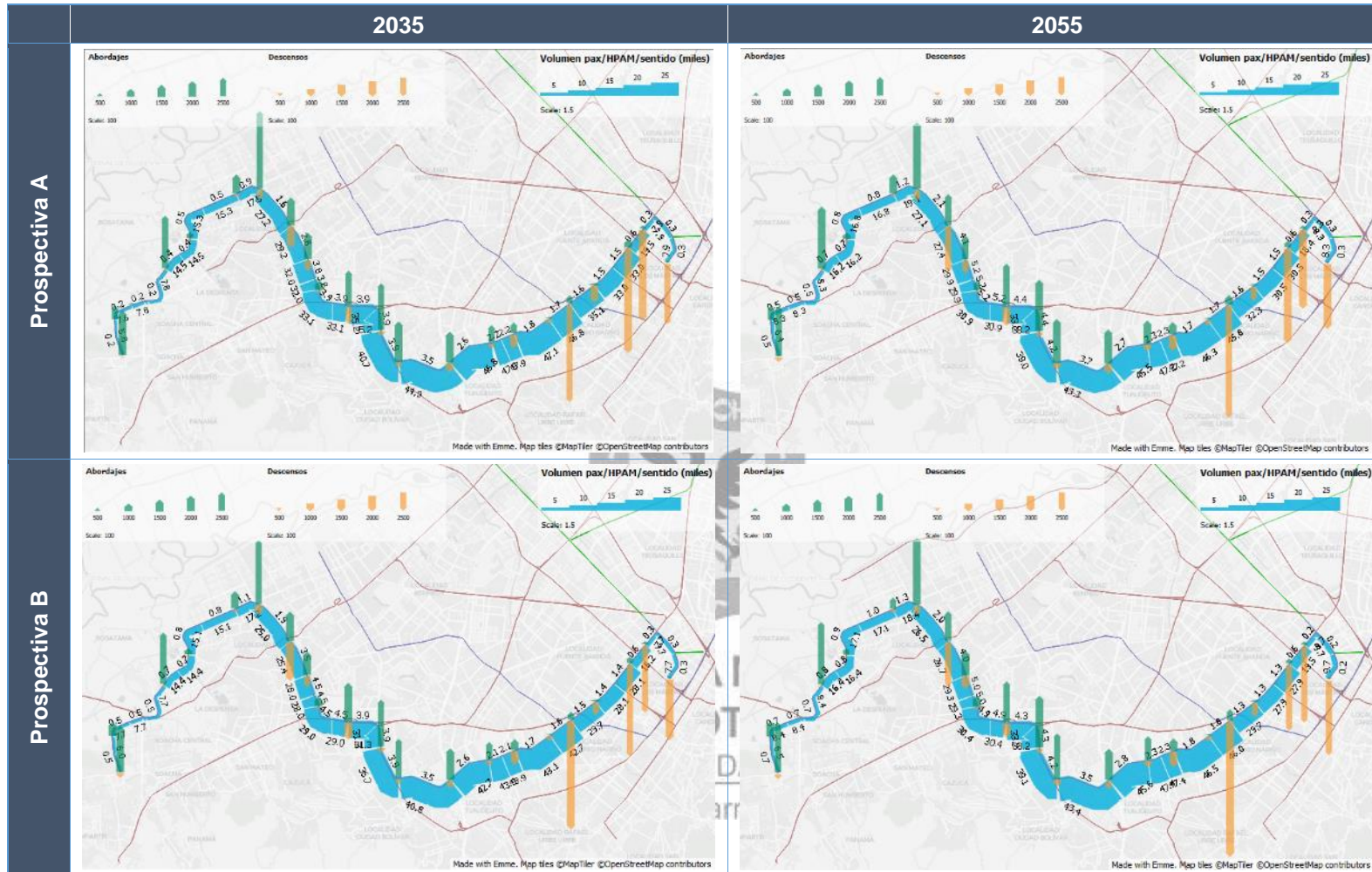
Fuente: Steer 2022

Tabla 25. Perfiles de carga Alternativa 6



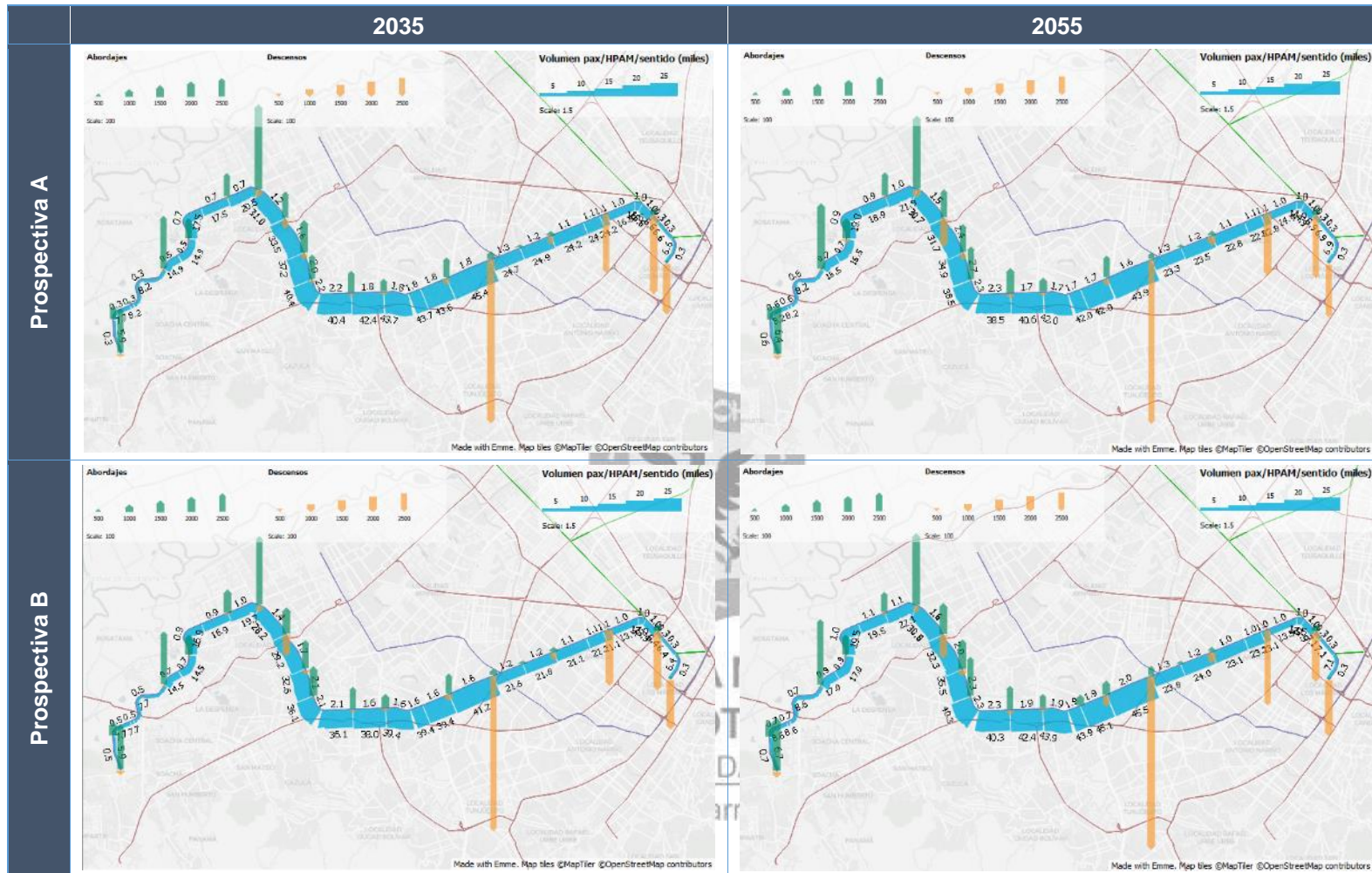
Fuente: Steer 2022

Tabla 26. Perfiles de carga Alternativa 6a



Fuente: Steer 2022

Tabla 27. Perfiles de carga Alternativa 7



Fuente: Steer 2022

Las tablas a continuación presentan los valores de volumen máximo y abordajes para cada alternativa evaluada. Cabe resaltar que el volumen máximo en todos los escenarios se presenta en el sentido Soacha-Centro.

Tabla 28. Volumen máximo del CFS

Alternativa	Tecnología	Prospectiva A		Prospectiva B	
		2035 Oferta 1	2055 Oferta 2	2035 Oferta 2	2055 Oferta 3
1	Tren Ligero	23,568	21,594	22,718	23,103
3	Tren Ligero	26,234	24,197	25,920	26,659
4	Tren Ligero	21,182	18,582	19,787	20,193
6	Tren Ligero	30,629	28,603	30,762	31,020
6A	Metro pesado	46,793	43,713	46,856	46,980
7	Metro pesado	45,423	41,179	43,907	45,505

Fuente: Steer 2022

Tabla 29. Abordajes totales del CFS

Alternativa	Tecnología	Prospectiva A		Prospectiva B	
		2035 Oferta 1	2055 Oferta 2	2035 Oferta 2	2055 Oferta 3
1	Tren Ligero	25,236	23,164	24,637	25,520
3	Tren Ligero	29,808	28,339	30,898	31,781
4	Tren Ligero	25,553	22,354	24,226	24,913
6	Tren Ligero	43,135	42,335	46,907	45,671
6A	Metro pesado	60,884	59,940	65,318	64,307
7	Metro pesado	52,605	49,552	54,030	55,499

Fuente: Steer 2022

Para todas las alternativas el volumen máximo se presenta antes de la intersección del CFS y la PLMB, que es un punto crítico en todos los perfiles por la cantidad de transferencias que genera. Adicionalmente, se evidencia una ventaja significativa en demanda dependiendo de la tecnología del tren: las alternativas 6a y 7, modeladas como metro pesado, tienen los valores más altos de volumen máximo y abordajes totales.

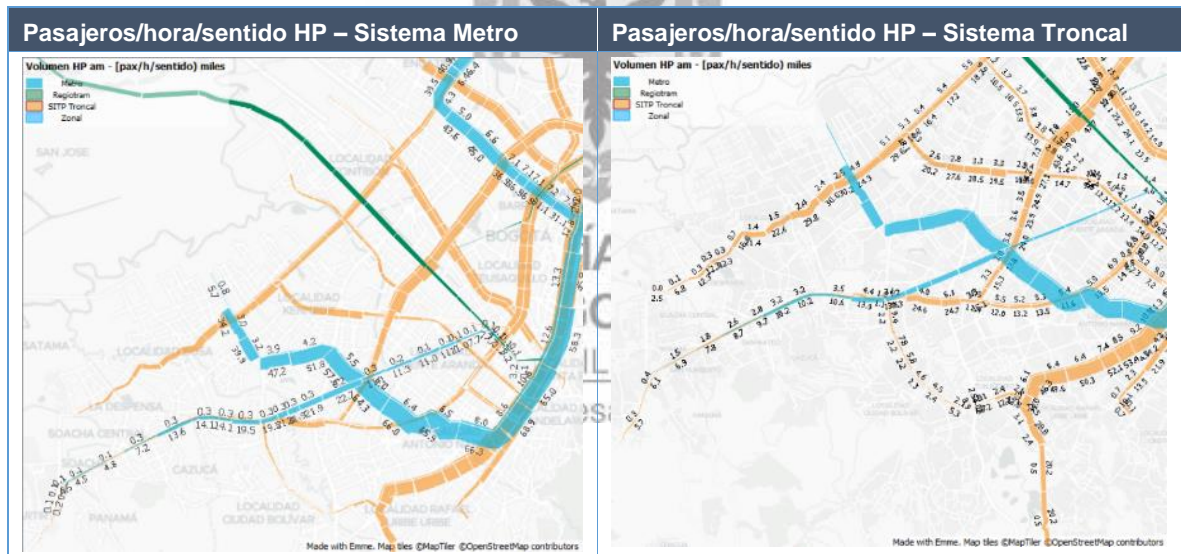
3.1.2. Carga en otros corredores de transporte público

A continuación, se presentan los perfiles de carga de otros modos de transporte masivo cercanos al proyecto principalmente en el sector de Bosa y Soacha, esto para dimensionar el impacto del corredor férreo del sur en los otros sistemas de transporte público de la zona

y para visualizar el total de pasajeros en este modo y su distribución en la oferta existente. Los perfiles presentados corresponden a los escenarios de oferta 2 y año 2055. El volumen de pasajeros se presenta en miles.

El corredor 1, al compartir el tramo de la Autopista Sur en Soacha con la troncal de TransMilenio, es el que mayor impacto le representa a esta última en términos de carga; esta es de aproximadamente 9,000 pasajeros/hora/sentido saliendo del municipio, mientras que el la alternativa para el corredor férreo del sur, en el mismo tramo atiende a cerca de 14,000 pasajeros/hora/sentido. En esta alternativa, la troncal de la Av. Ciudad de Cali cobra importancia para atender la demanda de la zona occidental de Soacha, alcanzando los 12,000 pasajeros/hora/sentido en el límite del distrito. En total, hay mayor demanda saliendo de Soacha en TransMilenio (21,000 pasajeros/hora/sentido teniendo en cuenta ambas troncales) que en el CFS.

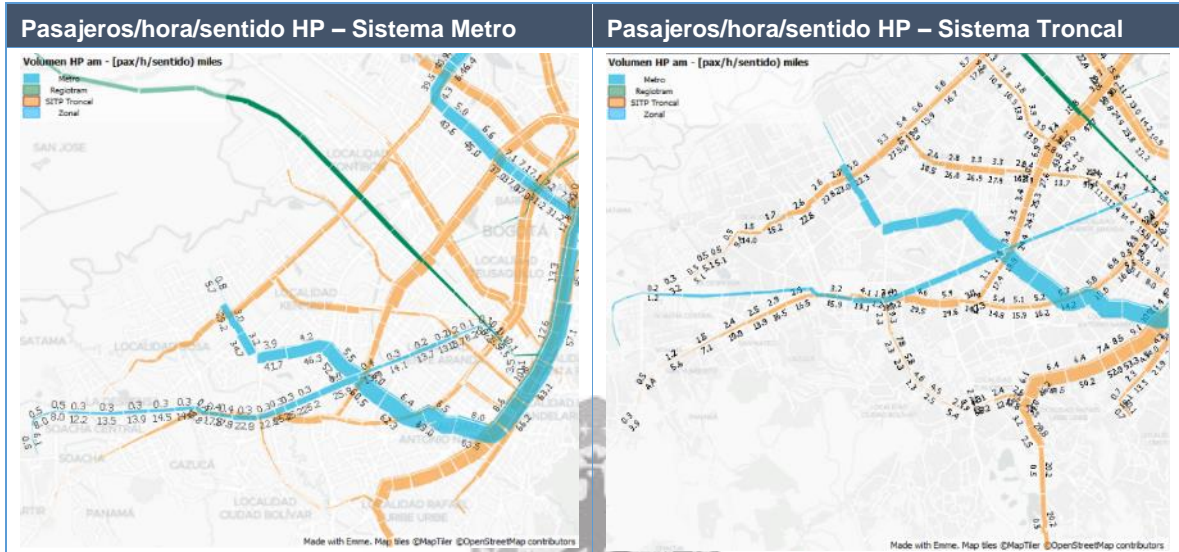
Figura 7. Perfiles de carga corredores de masivo para la oferta 2 en el 2055, Alternativa 1



Fuente: Steer 2022

Con la alternativa 3 se logra captar parte de la demanda del occidente de Soacha, descargando así la troncal de la Avenida ciudad de Cali a la salida del municipio con respecto a la alternativa anterior, quedando en 5,000 pasajeros/hora/sentido. En este caso entre la alternativa 3 y la troncal de la Autopista Sur se distribuye la demanda de pasajeros en transporte público | que sale de Soacha hacia Bogotá, con 15,000 y 17,000 pasajeros/hora/sentido respectivamente.

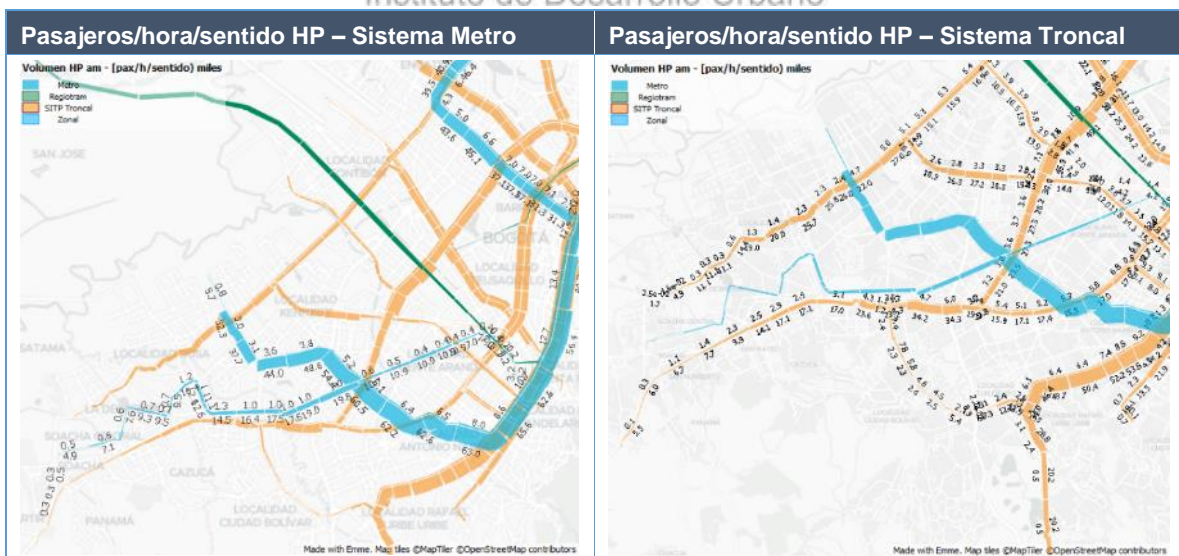
Figura 8. Perfiles de carga corredores de masivo para la oferta 2 en el 2055, Alternativa 3



Fuente: Steer 2022

El trazado de la alternativa 4 recorre el municipio de Soacha entre las troncales de la Autopista Sur y la Avenida Ciudad de Cali. Por esta razón, compite con las dos, pero su largo trazado por el municipio resulta en una menor demanda del corredor férreo del sur que en ambas troncales. En el límite del municipio, el CFS tiene un flujo de 10,000 pasajeros/hora/sentido, mientras que las troncales de la Autopista Sur y Avenida Ciudad de Cali alcanzan los 14,000 y 11,000 pasajeros/hora/sentido respectivamente.

Figura 9. Perfiles de carga corredores de masivo para la oferta 2 en el 2055, Alternativa 4

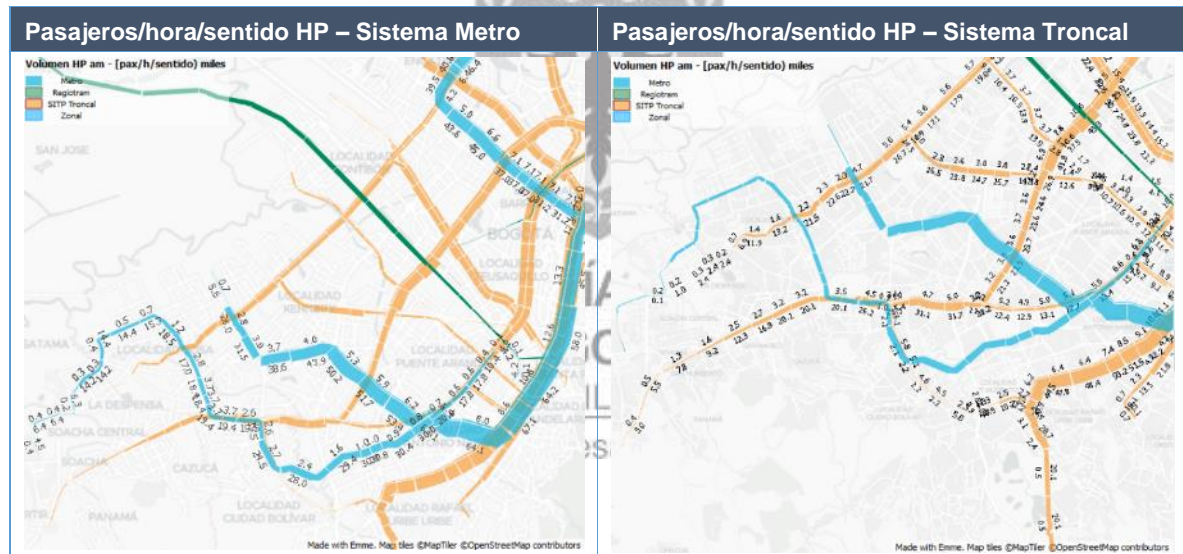


Fuente: Steer 2022

Las alternativas 6, 6a y 7 conectan Bogotá y Soacha más hacia el Occidente, conectando Bosa y Ciudad Verde directamente. Por lo tanto, en estos trazados del corredor férreo del sur tiene una competencia más directa con la troncal de TransMilenio de la Avenida Ciudad de Cali que con la troncal de la Autopista Sur. Los perfiles de estas tres alternativas en el límite del distrito muestran flujos en el CFS que superan los de la troncal de Transmilenio de la Ciudad de Cali por más de 10,000 pasajeros/hora/sentido; la alternativa 6, en tren ligero, alcanza los 14,000 pasajeros/hora/sentido y las alternativas 6a y 7 superan los 16,000.

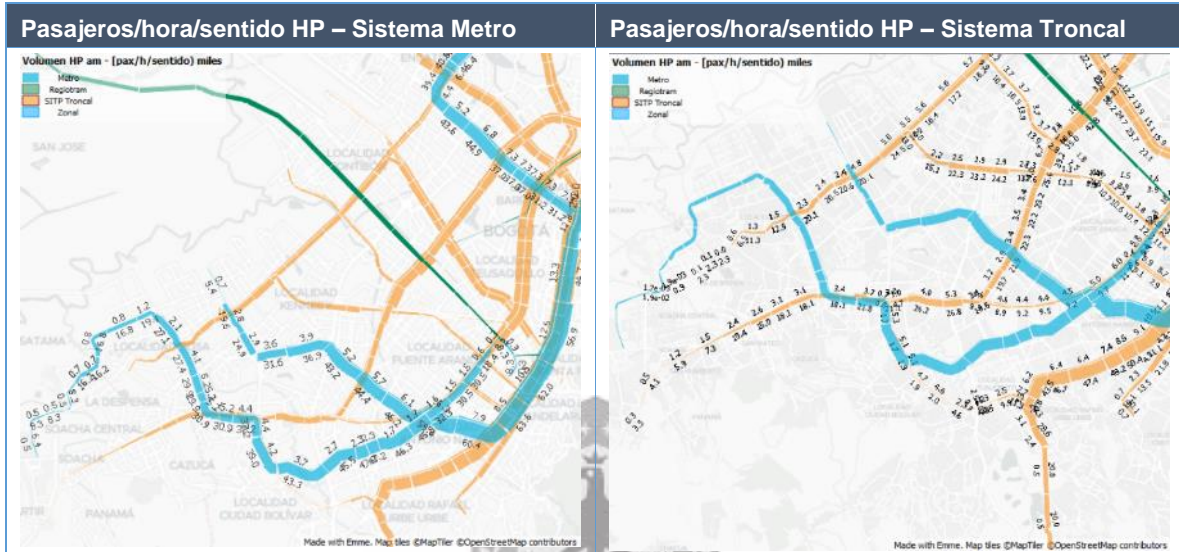
Los perfiles de estas tres alternativas demuestran además un alto volumen de pasajeros abordando en Bosa, llegando a los 19,000 pasajeros/hora/sentido para la alternativa 6, 31,000 en la alternativa 6a y 39,000 en la alternativa 7.

Figura 10. Perfiles de carga corredores de masivo para la oferta 2 en el 2055, Alternativa 6



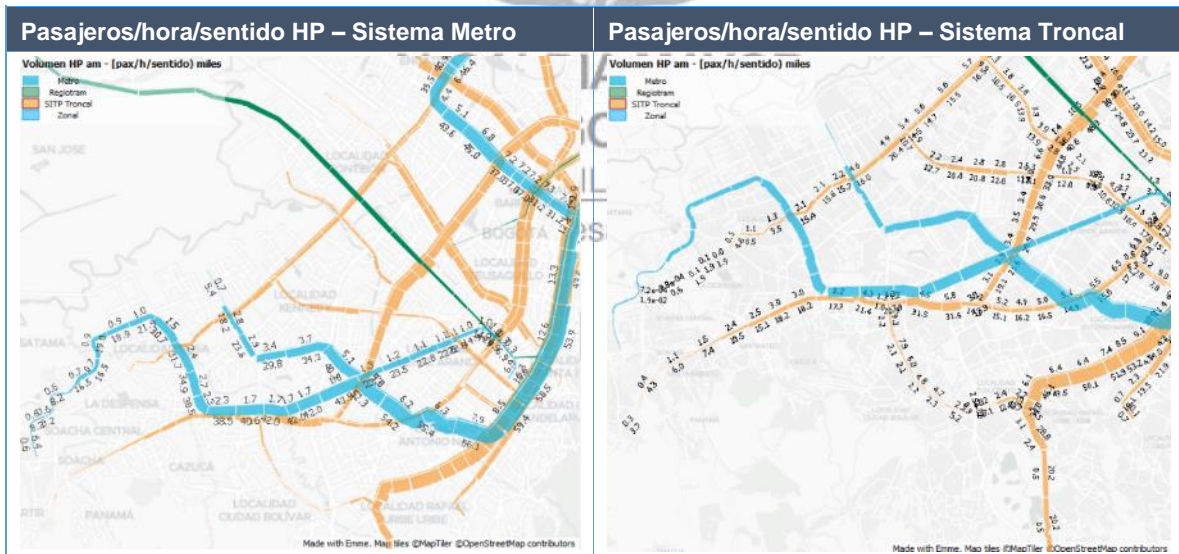
Fuente: Steer 2022

Figura 11. Perfiles de carga corredores de masivo para la oferta 2 en el 2055, Alternativa 6a



Fuente: Steer 2022

Figura 12. Perfiles de carga corredores de masivo para la oferta 2 en el 2055, Alternativa 7



Fuente: Steer 2022

En todas las alternativas se presenta un elevado número de transferencias hacia la Primera Línea de Metro de Bogotá, lo que genera una reducción en el perfil de carga del corredor férreo del sur, mientras que se ve un crecimiento significativo en el perfil de la Primera Línea de Metro de Bogotá. La tabla a continuación muestra el volumen máximo de la Primera Línea de Metro de Bogotá bajo cada una de las alternativas probadas.

Tabla 30. Volumen máximo de la PLMB

Alternativa	Tecnología	2035 Oferta 1	2055 Oferta 2	2035 Oferta 2	2055 Oferta 3
1	Tren Ligero	61,807	66,121	68,872	78,384
3	Tren Ligero	60,128	63,711	66,153	76,439
4	Tren Ligero	59,213	63,053	65,620	76,147
6	Tren Ligero	59,779	64,575	67,094	77,929
6A	Metro pesado	56,229	60,944	63,607	76,177
7	Metro pesado	51,662	57,365	59,389	73,213

Fuente: Steer 2022

Con respecto a la interacción del corredor férreo del sur con la Primera Línea de Metro de Bogotá, la tabla anterior muestra que las alternativas 6a y 7 implican un menor volumen máximo para la Primera Línea de Metro de Bogotá. Esto evidencia que, en la tecnología de metro pesado, el trazado que recorre Bosa representa una competencia significativa para la PLMB, haciendo que los viajes de esta localidad se distribuyan más balanceadamente entre estos dos corredores de transporte masivo.

3.1.3. Cálculo de los criterios de la matriz

Para cada alternativa y cada prospectiva de oferta se calcularon los indicadores de beneficio social del proyecto como se describió en el capítulo anterior, dando como resultado los valores mostrados en la siguiente tabla.

Instituto de Desarrollo Urbano

Tabla 31. Cálculo de los criterios de beneficios sociales por mejoras en transporte

Tipo	Criterio	Cuantificación	Valoración					
			1 Tren ligero	3 Tren ligero	4 Tren ligero	6 Tren ligero	6 Metro	7 Metro
Mejoras de transporte	Pasajeros transportados sin incluir Soacha	Pasajeros /HPAM	10,485	13,571	15,177	30,130	45,265	35,911
	Ahorro en tiempo de viaje en transporte público	min	364,128	489,865	423,725	747,193	1,095,985	903,663
Integración regional	Pasajeros transportados de Soacha	Pasajeros /HPAM	14,143	16,626	9,076	14,370	17,336	16,993

Fuente: Steer 2022



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
 MOVILIDAD
 Instituto de Desarrollo Urbano

Para todos los criterios, la alternativa 6a tiene los mayores valores, seguida de la 7 y la 6. Para esta etapa, la tecnología de metro muestra mayor demanda y por lo tanto mayores ahorros en tiempos de viaje.

Adicionalmente, los indicadores demuestran que los beneficios que generan las alternativas 6, 6a y 7 se obtienen en gran medida gracias a la demanda que se logra atender de Bogotá, siendo esta superior a los 30,000 pasajeros/hora/sentido en las tres alternativas (más de dos veces la demanda de Bogotá de las otras alternativas), mientras que la demanda proveniente de Soacha está entre los 14,000 y 17,000 pasajeros/hora/sentido en las alternativas 1, 3, 6, 6a y 7. La alternativa 4, por su parte, es la que menor demanda de Soacha atiende, con cerca de los 9,000 pasajeros/hora/sentido.

En conclusión, la entrada del corredor férreo del sur a Bogotá por los trazados occidentales de Bosa captan una demanda mayor y generan más beneficios, sin sacrificar el potencial de atender demanda de Soacha.



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
MOVILIDAD

Instituto de Desarrollo Urbano