



**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.**

MOVILIDAD

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1860 DE 2021

**ETAPA 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA
COMPONENTE DE INTEGRACIÓN**



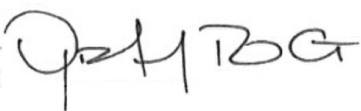
VERSION 4

BOGOTÁ, 2023 – NOVIEMBRE 22




CONTROL DE VERSIONES

| Versión | Fecha | Descripción de la Modificación | Folios |
|--|------------|---|--------|
| Versión 0 | 27/03/2023 | Elaboración Inicial | 77 |
| Versión 1 | 23/05/2023 | Actualización Informe con nuevas versiones anexos | 86 |
| Versión 2 | 08/06/2023 | Actualización Informe con nuevas versiones anexos | 88 |
| Versión 3 | 14/11/2023 | Actualización Informe con nuevas versiones anexos | 88 |
| Versión 4 | 22/11/2023 | Atención observaciones de interventoría | 94 |
| Ruta almacenamiento | | | |
| Y:\P1674 Regiotram SUR diseños\9.Trabajo\1.Tecnico7. Informe 4. Profundización alternativa seleccionada\V3 | | | |

EMPRESA CONTRATISTA

| ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: |
|---|--|---|
|  |  |  |
| Ing. Stephanie Gissela Cruz González Especialista | Ing. Carlos Urdaneta Coordinador de Consultoría | Ing. Oscar Rico Director de Consultoría |

EMPRESA INTERVENTORA

| REVISADO POR: | AVALADO POR: | APROBADO POR: |
|---|--|---|
|  |  |  |
| Ing. Fernando Rey Valderrama Especialista | Ing. Diotima Preciado Coordinador de Interventoría | Ing. Abraham Palacio Director de Interventoría |

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 6 |
| 2 | ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO | 6 |
| 3 | OBJETIVOS | 8 |
| 3.1 | OBJETIVO GENERAL | 8 |
| 3.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 8 |
| 4 | ALCANCE DEL PROYECTO | 8 |
| 5 | LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO | 10 |
| 6 | DESARROLLO DE LA ETAPA 3 – CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO | 12 |
| 7 | DESARROLLO DE LA ETAPA 4 - PROFUNDIZACIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA | 27 |
| 8 | PRESENTACIÓN PROYECTO CORREDOR FÉRREO DEL SUR | 36 |
| 8.1 | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y OPERACIONALES..... | 38 |
| 8.2 | CARACTERÍSTICAS DE INTEGRACION CON OTROS MEDIOS DE TRANSPORTE | 42 |
| 8.3 | COSTOS Y FINANCIACIÓN..... | 49 |
| 8.3.1 | CAPEX..... | 49 |
| 8.3.2 | OPEX..... | 51 |
| 8.3.3 | POSIBLES ESTRUCTURAS DE TRANSACCIÓN | 53 |
| 8.4 | ANÁLISIS DE RIESGOS..... | 58 |
| 8.5 | GESTIONES / trámites / NORMATIVAS..... | 81 |
| 9 | CONCLUSIONES | 88 |
| 10 | ANEXOS | 92 |
| 10.1 | PRESENTACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE CORREDORES..... | 92 |
| 10.2 | ANÁLISIS DE TRANSPORTE..... | 92 |
| 10.3 | MATRIZ MULTICRITERIO SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA | 92 |
| 10.4 | PRODUCTO COMPONENTE TOPOGRAFÍA – ETAPA 3..... | 92 |
| 10.5 | PRODUCTO COMPONENTE GESTIÓN PREDIAL – ETAPA 3..... | 92 |
| 10.6 | PRODUCTO COMPONENTE DE TRANSPORTE – ETAPA 3..... | 92 |

| | | |
|-------|---|----|
| 10.7 | PRODUCTO COMPONENTE DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO – ETAPA 3 .. | 92 |
| 10.8 | PRODUCTO COMPONENTE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL – ETAPA 3..... | 92 |
| 10.9 | PRODUCTO COMPONENTE URBANISMO – ETAPA 3 | 92 |
| 10.10 | PRODUCTO COMPONENTE REDES HIDROSANITARIAS – ETAPA 3..... | 92 |
| 10.11 | PRODUCTO COMPONENTE REDES SECAS – ETAPA 3 | 92 |
| 10.12 | PRODUCTO COMPONENTE ARQUEOLOGÍA – ETAPA 3 | 92 |
| 10.13 | PRODUCTO COMPONENTE PATRIMONIO – ETAPA 3 | 92 |
| 10.14 | PRODUCTO COMPONENTE ESTRUCTURAS – ETAPA 3..... | 92 |
| 10.15 | PRODUCTO COMPONENTE AMBIENTAL – ETAPA 3 | 92 |
| 10.16 | PRODUCTO COMPONENTE GESTION SOCIAL: DIÁLOGO CIUDADANO Y COMUNICACIÓN ESTRATÉGICA – ETAPA 3..... | 92 |
| 10.17 | PRODUCTO COMPONENTE PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA – ETAPA 3 93 | |
| 10.18 | PRODUCTO COMPONENTE LEGAL Y JURÍDICO – ETAPA 3 | 93 |
| 10.19 | PRODUCTO COMPONENTE FINANCIERO – ETAPA 3..... | 93 |
| 10.20 | PRODUCTO COMPONENTE RIESGOS – ETAPA 3 | 93 |
| 10.21 | MATRIZ MULTICRITERIO SELECCIÓN DE TRAZADO GEOMÉTRICO SOBRE CORREDOR SELECCIONADO – ETAPA 4 | 93 |
| 10.22 | PRODUCTO COMPONENTE TOPOGRAFÍA – ETAPA 4 | 93 |
| 10.23 | PRODUCTO COMPONENTE GESTIÓN PREDIAL – ETAPA 4 | 93 |
| 10.24 | PRODUCTO COMPONENTE DE TRANSPORTE – ETAPA 4 | 93 |
| 10.25 | PRODUCTO COMPONENTE DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO – ETAPA 4 | 93 |
| 10.26 | PRODUCTO COMPONENTE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL – ETAPA 4 | 93 |
| 10.27 | PRODUCTO COMPONENTE URBANISMO – ETAPA 4 | 93 |
| 10.28 | PRODUCTO COMPONENTE REDES HIDROSANITARIAS – ETAPA 4..... | 93 |
| 10.29 | PRODUCTO COMPONENTE REDES SECAS – ETAPA 4 | 93 |
| 10.30 | PRODUCTO COMPONENTE ARQUEOLOGÍA – ETAPA 4 | 93 |
| 10.31 | PRODUCTO COMPONENTE PATRIMONIO – ETAPA 4 | 93 |
| 10.32 | PRODUCTO COMPONENTE ESTRUCTURAS – ETAPA 4..... | 93 |
| 10.33 | PRODUCTO COMPONENTE AMBIENTAL – ETAPA 4 | 93 |
| 10.34 | PRODUCTO COMPONENTE GESTION SOCIAL: DIÁLOGO CIUDADANO Y COMUNICACIÓN ESTRATÉGICA – ETAPA 4..... | 94 |
| 10.35 | PRODUCTO COMPONENTE PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA – ETAPA 4 94 | |
| 10.36 | PRODUCTO COMPONENTE LEGAL Y JURÍDICO – ETAPA 4 | 94 |
| 10.37 | PRODUCTO COMPONENTE FINANCIERO Y EVALUACIÓN BENEFICIO / COSTO – ETAPA 4 | 94 |
| 10.38 | PRODUCTO COMPONENTE RIESGOS – ETAPA 4 | 94 |
| 10.39 | PRODUCTO COMPONENTE GEOTÉCNIA – ETAPA 4 | 94 |
| 10.40 | PRODUCTO COMPONENTE INGENIERÍA FERROVIARIA – ETAPA 4 | 94 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Trazado Corredor Férreo del Sur. | 12 |
| Figura 2 Metodología Aplicada Etapa 3. | 13 |
| Figura 3 Resultados aplicación Matriz Multicriterio. | 22 |
| Figura 4 Resultados Aplicación Matriz Multicriterio Tipología de Implantación. | 34 |
| Figura 5 Localidades Bogotá identificadas en el trazado propuesto. | 37 |
| Figura 6 Veredas Soacha Identificadas en el trazado propuesto. | 37 |
| Figura 7 Vereda Bosatama y Comuna 2, zonas identificadas trazado propuesto Municipio Soacha. | 38 |
| Figura 8 Esquema Patio Taller. | 41 |
| Figura 9 Alineamiento del corredor del sur y sus estaciones. | 42 |
| Figura 10 Viajes finales o de transferencia en cada estación. | 43 |
| Figura 11 Abordajes y descensos en cada estación. | 46 |
| Figura 12 Red actual de Ciclo Infraestructura. | 47 |
| Figura 13 Mobiliario propuesto - Ciclo parqueaderos. | 48 |
| Figura 14 Mapa de Riesgos. | 81 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Corredores propuestos de acuerdo con corredores base. | 14 |
| Tabla 2 Resultados Modelo de Transporte. | 15 |
| Tabla 3 Resultados Modelo de Transporte. | 16 |
| Tabla 4 Matriz Multicriterio Selección Alternativa definida. | 21 |
| Tabla 5 Resultados aplicación Matriz Multicriterio. | 21 |
| Tabla 6 Escenarios de Sensibilidad Evaluados. | 24 |
| Tabla 7 Resultados aplicación escenarios de sensibilidad. | 25 |
| Tabla 8 Optimización Alternativa 7. | 30 |
| Tabla 9 Matriz Multicriterio Tipología de Implantación. | 33 |
| Tabla 10 Resultados Aplicación Matriz Multicriterio Tipología de Implantación. | 33 |
| Tabla 11. Distribución preliminar del lote de patio taller. | 41 |
| Tabla 12 Integración con los sistemas de transporte motorizado y no motorizado. | 44 |
| Tabla 13. Estructura tarifaria del modelo de transporte. | 45 |
| Tabla 14 Resumen CAPEX y OPEX. | 49 |
| Tabla 15 CAPEX. | 51 |
| Tabla 16 OPEX. | 53 |
| Tabla 17 CAPEX a precios de mercado y económico (millones de pesos de 2022). | 55 |
| Tabla 18 OPEX a precios económicos (millones de pesos de 2022). | 56 |
| Tabla 19 Matriz de Riesgos Corredor del Sur. | 80 |
| Tabla 20 Gestiones y/o trámites para etapas futuras. | 87 |

1 INTRODUCCIÓN

Este documento, informe No. 4 del componente de Integración del contrato de consultoría que tiene como objeto “ELABORAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DEL CORREDOR FÉRREO DEL SUR EN LA MODALIDAD FERROVIARIA Y SU ARTICULACIÓN CON OTROS PROYECTOS DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN BOGOTÁ – CUNDINAMARCA”, contiene el desarrollo de la etapa IV que corresponde a los estudios de profundización del corredor seleccionado y desarrollo de los componentes: Financiero y evaluación beneficio – costo, legal y jurídico, de Riesgos, y de integración.

Como referencia básica para el desarrollo del presente informe, se toma lo expuesto en los documentos suministrados (Estudios previos IDU-CMA-SGDU-061-2021, Anexo Técnico No 1 y “CAPÍTULOS TÉCNICOS CONSULTORÍA ADENDA 2”), donde se mencionan los requerimientos y alcance del presente informe en lo que respecta a la especialidad de Integración, que comprende lo siguiente:

“A partir de los informes elaborados en los componentes en etapa 3 de caracterización y etapa 4 de profundización de la alternativa seleccionada, se deberá integrar la información relevante y los resultados que permitan presentar el proyecto de manera integral y coherente identificando las características técnicas, operacionales, los costos de inversión, operacionales, las fuentes de financiación, las posibles estructuras de transacción, análisis de riesgos recomendaciones de gestión, normativas y demás información relevante para la toma de decisiones en etapas posteriores y desarrollo del proyecto”.

Para dar cumplimiento a lo anterior, en el presente informe se plantea como primera parte un resumen de lo desarrollado por la Consultoría durante la etapa 3 del contrato, el cual correspondía a la caracterización y diagnóstico de las disciplinas que conforman el componente técnico, a la definición del corredor, la definición de la tipología de sistema ferroviario a implementar. Luego, de la misma manera, se hace una presentación sucinta de lo ejecutado durante la etapa 4 del contrato en la cual se trabajó la profundización de la alternativa seleccionada como resultado de la etapa 3. Por último, se realiza una presentación de manera integral del proyecto corredor férreo del sur, identificando e indicando la información más relevante para futuras tomas de decisiones sobre el presente proyecto.

2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

A finales del siglo XIX y en las primeras décadas del siglo XX, en el territorio de Colombia se consolidó una red ferroviaria importante que permitió conectar las distintas regiones transportando pasajeros, alimentos y carga en general tanto de exportación como de importación. Dado el carácter central y de ser la capital administrativa, con un relevante desarrollo industrial y comercial, Bogotá se convirtió en un epicentro, y lugar de origen y destino de rutas de transporte ferroviario.

Como parte de la red ferroviaria en desarrollo, se construyó el ferrocarril del sur Bogotá Soacha como parte del proyecto Bogotá – Buenaventura. Actualmente este sistema de infraestructura ferroviaria se presenta como una oportunidad de generar ejes con potencial de conectividad regional entre el distrito y los municipios aledaños, tanto para el transporte público de pasajeros como para el transporte de carga, consolidando otra alternativa de movilidad sostenible mediante la implementación de trenes de cercanías como sistemas de transporte público masivo de pasajeros con tecnologías de energía sostenible.

El proyecto del Corredor Férreo del Sur tiene como principal antecedente la infraestructura férrea existente que es administrada por la nación, a través de la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI y el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, y por el departamento mediante la Empresa Férrea Regional – EFR.

Enmarcados en el contexto del Plan de Desarrollo “Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI”, adoptado mediante Acuerdo 761 del 11 de junio de 2020, el cual contempla en su artículo 15, el Programa 50. Red de metros que consiste en: “Definir la red de metros como el eje estructurador de la movilidad y de transporte de pasajeros en la ciudad, mediante el avance del ciclo de vida del proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá PLMB – Tramo 1 y realizar las actividades, estudios técnicos y contratar la ejecución de la Fase 2 de la PLMB. Realizar las intervenciones en espacio público para la conexión del Regiotram de Occidente con el sistema de transporte público de la ciudad. Apoyar con recursos técnicos, financieros y administrativos la estructuración de todos los proyectos férreos que permiten la integración regional, entre estos los proyectos Regiotram del Norte y Regiotram del sur”; por otro lado de acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial 555 de 2021 se plantea la conexión de los grandes servicios metropolitanos con la red estructurante de transporte férreo (Instituto de Desarrollo Urbano, 2021).

En ejecución de estos planteamientos del Plan Distrital, el IDU adelantó la contratación de 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, que mediante RESOLUCIÓN NÚMERO 007702 DE 2021 DEL VEINTE (20) DEL MES DE DICIEMBRE DE 2021, adjudicó el proceso de Concurso de Méritos Abierto No. IDU-CMA-SGDU-061-2021 al proponente CONSORCIO ARDANUY COLOMBIA, y el contrato de consultoría No. 1860 de 2021 en el cual se vienen realizando los diferentes análisis del proyecto desde todos los componentes de una estructuración integral.

Teniendo en cuenta que el crecimiento y desarrollo urbano de Bogotá y los municipios vecinos presentan un reto de movilidad y transporte para la región Bogotá-Cundinamarca, en necesario contar con la infraestructura idónea de transporte masivo que permita atender las necesidades de viajes de la ciudad-región. El Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá presenta una oportunidad que recae sobre un activo espacial invaluable, como son los antiguos corredores férreos, los cuales a través del Plan Distrital de Desarrollo se erigen como la columna vertebral del sistema de movilidad de la ciudad, para el caso particular de Bogotá-Soacha el corredor férreo del sur, se presenta como una oportunidad de generar

ejes con potencial de conectividad regional, consolidando una alternativa de movilidad sostenible (Instituto de Desarrollo Urbano, 2021). Es así, como los resultados de los recientes estudios realizados y por decisión de la Alcaldía Mayor de Bogotá, se determinó que el proyecto del Corredor Férreo del Sur correspondería a una línea ferroviaria de tipo Metro Pesado, que se encuentra compartida con la jurisdicción del municipio de Soacha. Por tanto, a continuación, se presenta la caracterización del corredor seleccionada para el desarrollo del proyecto corredor férreo del sur.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar, desde el componente de integración, el documento de compilación y presentación del proyecto con los resultados de los análisis de orden técnico, jurídico- legal, financiero y de riesgos como soporte de las decisiones para las siguientes etapas del proyecto.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Integrar la información relevante y los resultados obtenidos en el desarrollo y elaboración de los informes de los componentes de la etapa 3 de caracterización y de la etapa 4 de profundización de la alternativa seleccionada, que permitan presentar el proyecto de manera integral y coherente identificando las características técnicas, operacionales, los costos de inversión, los costos operacionales, las fuentes de financiación, las posibles estructuras de transacción, análisis de riesgos, recomendaciones de gestión, normativas y demás información relevante para la toma de decisiones en etapas posteriores y desarrollo del proyecto.

Instituto de Desarrollo Urbano

4 ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del presente proyecto de prefactibilidad se enfoca a la ejecución de actividades encaminadas a la recolección de información secundaria y primaria, de ser necesario, para hacer la caracterización desde las diferentes disciplinas de orden técnico, conducente a evaluar las alternativas de trazado del corredor férreo del sur; así mismo, con la alternativa seleccionada estructurar los componentes legal y jurídico, financiero – evaluación económica, de riesgos.

Para dar cumplimiento a lo anterior, se consideró cinco componentes fundamentales, representados en:

1. **Componente Técnico:** Corresponde a la elaboración de estudios a nivel de prefactibilidad y estudios de avance de la alternativa seleccionada, según el requerimiento señalado en el anexo técnico del contrato, incluyendo las siguientes disciplinas, que conlleven a la selección de la alternativa más favorable:

- Topografía y cartografía
 - Redes hidrosanitarias
 - Estructuras
 - Gestión predial
 - Redes secas
 - Ambiental y SST
 - Transporte
 - Arqueología
 - Gestión social
 - Diseño geométrico férreo-vial
 - Patrimonio
 - Ingeniería ferroviaria
 - Urbanismo
 - Geotecnia
2. **Componente Legal y Jurídico:** Corresponde al análisis de los temas legales y jurídicos asociadas al corredor seleccionado o proyecto, con el fin de elaborar un diagnóstico jurídico y legal, en el que se identifiquen trámites, gestiones, permisos, licencias, marco institucional, esquemas de transacción, requerimientos jurídicos, esquema institucional para el desarrollo e implementación del proyecto.
3. **Componente Financiero y evaluación beneficio-costo:** Consiste en realizar el análisis financiero del proyecto, a partir de la información obtenida de la caracterización de orden técnico.
4. **Componente Riesgos:** Consiste en la identificación, tipificación, estimación y asignación de los riesgos que se puedan materializar en la ejecución de proyecto.
5. **Componente de Integración:** Presentación de resultados del corredor enfocado a presentar los aspectos relevantes y lineamientos para la gestión que se debe adelantar en las etapas posteriores del proyecto.

Las actividades requeridas para la ejecución de los estudios de prefactibilidad del presente contrato IDU No. 1860 de 2021, se delimitan para su desarrollo en cinco etapas:

Etapas: **Etapas:** En esta etapa se adelanta el cronograma de ejecución de los estudios y las metodologías y planes de trabajo específicos para las disciplinas y componentes.

Etapas: **Etapas:** Corresponde a la Recopilación y Análisis de Información –RAI-, en el cual se adelanta la verificación de utilidad, pertinencia y vigencia de información secundaria para el desarrollo de las diferentes disciplinas, en caso de requerirse, levantamiento de información primaria, como complemento a la información secundaria.

Etapas 3: Corresponden a la caracterización y diagnóstico de las disciplinas que conforman el componente técnico, a la definición del corredor, la definición de la tipología de sistema ferroviario a implementar. En esta etapa se cuenta con la información necesaria para evaluar y comparar alternativas de trazado del corredor férreo del sur y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá - Cundinamarca, considerando entre otros aspectos, afectaciones e impactos de orden ambiental, social, predial y urbano; así mismo, a través de una matriz multicriterio, seleccionar el corredor de mejor desempeño. Adicionalmente, se avanza en la labor de caracterización y análisis de los componentes financiero, Jurídico-Legal, a partir de información obtenida del RAI, y avances en el componente de riesgos teniendo en cuenta los desarrollos de las diferentes disciplinas.

Etapas 4: Profundización sobre alternativa seleccionada, efectuando las actividades necesarias para profundizar en los estudios en cuanto a pre-dimensionamientos, costos, análisis legales y jurídicos tendientes a la definición de esquema de transacción y requerimientos jurídicos; análisis financiero para la implantación, operación y mantenimiento del proyecto; evaluación Beneficio-Costo; análisis de riesgos que puedan afectar el desarrollo y materialización del proyecto.

Etapas 5: Corresponde al desarrollo del componente de integración, enfocado a elaborar el documento de presentación del proyecto incorporando los resultados de los análisis técnicos financieros de evaluación económica, legales y de riesgos; así como los lineamientos de y gestiones para la toma de decisiones en etapas posteriores del proyecto.

5 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto se localiza en la región Bogotá – Cundinamarca, con el objetivo de comunicar al centro de la ciudad con el municipio de Soacha haciendo uso del corredor férreo del sur existente, el cual es propiedad del Instituto Nacional del Vías, y cuya titularidad señala que el TRAMO FERREO BOGOTÁ – EL SALTO (CORREDOR DEL SUR) fue transferido por la Empresa Colombiana de Vías Férreas – FERROVÍAS al Instituto Nacional de Vías – INVIAS, mediante la Escritura Pública No. 2380 otorgada el 11 de septiembre de 2007 en la Notaría 59 del Círculo de Bogotá. Este proyecto por sus características impacta de manera positiva la población asentada en corredor de influencia Bogotá – Soacha.

Para el desarrollo del presente contrato, y definición del trazado más óptimo, se estudiaron 7 corredores los cuales se consideraron con su punto de inicio y final comunes, los cuales se compararon adecuadamente en una evaluación de matriz multicriterio. Como resultado de lo anterior, se definió el trazado final estudiado y profundizado en este contrato el cual se presenta con mayor detalle a continuación:

Esta alternativa hace uso del trazado original del Corredor Férreo del Sur, que actualmente está inactivo, y finaliza en la vía Indumil en el municipio de Soacha. Este trazado planteado se configura de la siguiente manera, el cual se describe desde Bogotá hasta Soacha:

1. Inicia cerca de la estación Central ubicada en la calle 26 con avenida Caracas. Este punto se define para integrar este sistema con el sistema de Transmilenio, la línea 1 del Metro de Bogotá y el Regiotram de Occidente.
2. Continúa en una diagonal, sobre los predios de la localidad Santafe, buscando llegar al corredor existente; una vez alineado al corredor, cruza la avenida carrera 30 (también conocida como la NQS) con calle 22, y gira en sentido sur paralelamente a la diagonal 19C BIS para tomar la carrera 39.
3. En este punto continúa por la carrera 39 en sentido sur hasta la diagonal 16 sur.
4. En el punto Transversal 53 con diagonal 16sur, se desalinea en forma de curva al costado oriente de la transversal, pasando sobre los predios de las localidades Toremolinos, Tejar y Alqueria de la Fragua, y se alinea nuevamente sobre el corredor férreo del sur existente en la calle 36 sur con transversal 68f. Este desvío se realiza con el fin de evitar las cimentaciones del puente vehicular de la glorieta primero (1) de Mayo con carrera 68, y viaducto y estación de la línea 1 de Metro de Bogotá; sin embargo, se plantea un trazado cercano para permitir la integración de estos dos sistemas.
5. Continúa hacia el sur paralelamente a la transversal 68h hasta la carrera 63, para desviarse en diagonal sobre los predios Villa del Rio, buscando alinearse sobre la calle 57b Sur, y sigue en dirección recta atravesando el Cementerio El Apogeo hasta llegar a la Avenida Bosa.
6. Continúa sobre la avenida Bosa en sentido oriente a occidente hasta la carrera 81. En este punto toma un desvío en forma de curva sobre el costado norte de la Avenida Bosa evitando pasar sobre la glorieta de Avenida Bosa con Carrera 84c. Lo anterior se realiza debido al gran tamaño de las cimentaciones de los puentes vehiculares de dicha zona. Aproximadamente sobre la carrera 87i el trazado regresa sobre la avenida Bosa.
7. Continúa sobre la avenida Bosa en sentido oriente a occidente hasta la glorieta de la avenida Ciudad de Cali.
8. En este punto gira a la izquierda en sentido sur sobre la carrera 9191 hasta conectar con la Avenida circunvalar del sur.
9. Aproximadamente sobre la calle 83 sur e desvía el trazado en sentido occidente a oriente atravesando los predios de la localidad San Bernardino XVIII, cruzando el río Tunjuelo, predios de la localidad Ciudad Verde, avenida San Marón, y predios de El Danubio, hasta conectar y alinearse con la avenida San Marón sentido occidente a oriente, hasta llegar a la intersección con la vía Indumil.

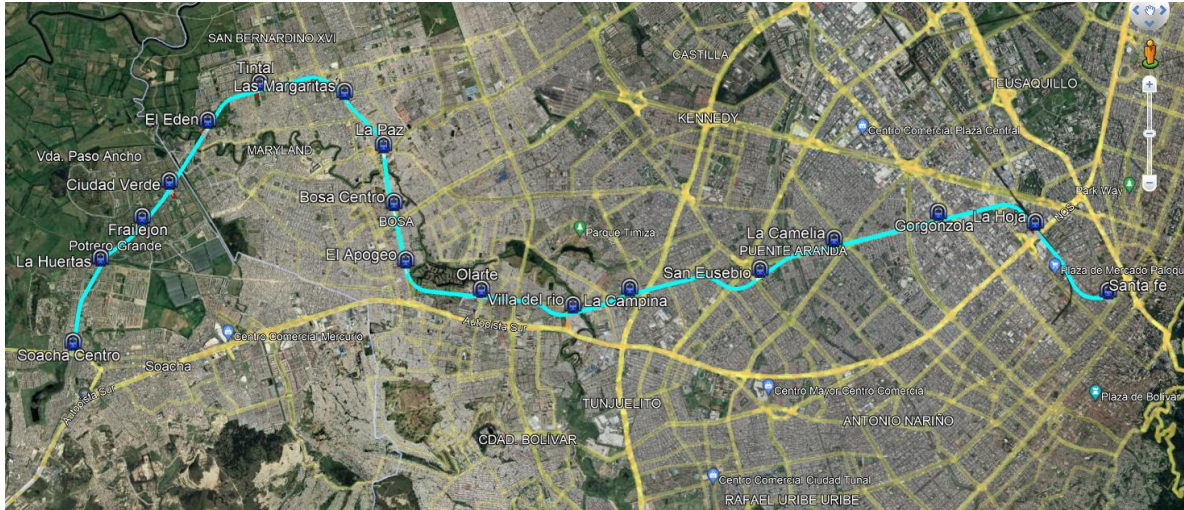


Figura 1 Trazado Corredor Férreo del Sur.

6 DESARROLLO DE LA ETAPA 3 – CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO

Para el desarrollo de la etapa 3 del contrato de Consultoría IDU No. 1860 de 2021, la cual corresponde a la caracterización y diagnóstico de las disciplinas que conforman el componente técnico, a la definición del corredor, la definición de la tipología de sistema ferroviario a implementar, se estableció la metodología¹ presentada en la siguiente figura.

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

¹ Para más información de la Metodología, consultar documento “PRESENTACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE CORREDORES” Versión 3.0.

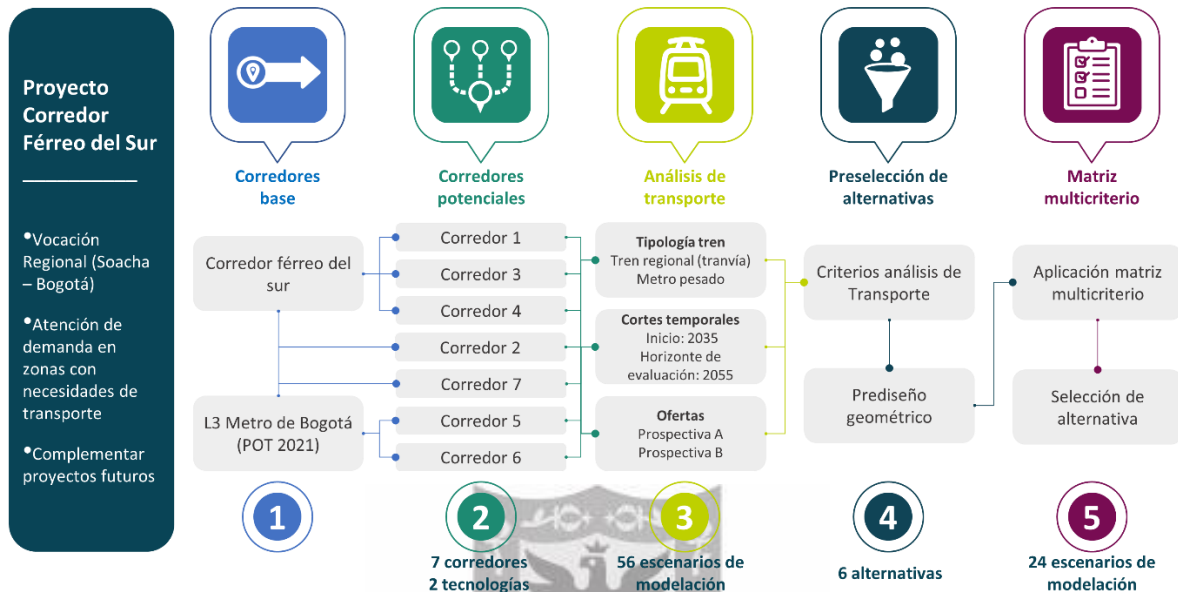


Figura 2 Metodología Aplicada Etapa 3.

Se inicio la etapa definiendo diferentes corredores potenciales de trazado teniendo en cuenta las siguientes premisas principales:

- Se considera la visión de ciudad del POT 2021.
- Es un proyecto de conexión y vocación regional con el municipio de Soacha.
- El punto de partida para la definición de los corredores potenciales son los trazados referenciales aprovechando los corredores férreos existentes: corredor férreo del sur y trazado de la Línea 3 del metro de Bogotá.
- Que no se presentara inviabilidad desde el componente ambiental, revisando las determinantes ambientales contenidas dentro del POT 2021, estructura ecológica principal la cual contiene las áreas de importancia ambiental.

A partir de los dos (2) corredores base, corredor férreo del sur (marco del contrato) y Línea 3 del metro de Bogotá (directriz Alcaldía de Bogotá e IDU), esta Consultoría propuso 7 corredores potenciales diferentes entre ellos; los siete corredores inician y finalizan en puntos similares con el fin de que fueran propuestas comparativas entre ellas. Todos los corredores inician en la estación Sabana ubicada en la calle 13 con carrera 18, y de esta manera hacer uso de una infraestructura existente que ha subsistido 79 años aproximadamente (desde el cierre en 1943 hasta hoy 2022); con respecto a los puntos de llegada de estos corredores en el municipio de Soacha, aunque no son exactamente el mismo punto, son referencias medianamente cercanas entre ellas.

Es importante resaltar que los corredores expuestos nacieron de los corredores base de la siguiente manera:

| CORREDOR BASE | CORREDOR PROPUESTO |
|--|--------------------|
| Corredor Férreo del Sur | Corredor No. 1 |
| | Corredor No. 3 |
| | Corredor No. 4 |
| Línea 3 Metro de Bogotá | Corredor No. 5 |
| | Corredor No. 6 |
| Corredor Férreo del Sur - Línea 3 Metro de Bogotá | Corredor No. 2 |
| | Corredor No. 7 |

Tabla 1 Corredores propuestos de acuerdo con corredores base.

Una vez definidos estos corredores, se realizó una modelación² desde el componente de demanda, cuyos escenarios fueron revisados y avalados por la interventoría, IDU y la Secretaría Distrital de Movilidad. Para lo anterior, se definió un modelo de transporte, se realizó las proyecciones de desarrollo urbano para Soacha, y se definió y se aplicó una metodología de comparación de corredores, logrando una evaluación y resultados por indicador y totales para cada corredor propuesto que se presenta en la tabla 2.

A partir de los puntajes calculados, se seleccionaron los corredores que fueron evaluados más profundamente en la aplicación de la matriz multicriterio³. Para este modelo, se definieron en total 14 combinaciones de trazado y tipología de tren, y de estas se tomaron finalmente 5: los corredores 1, 3, 4, 6 como tren ligero y el corredor 7 como metro (ver tabla 3).

La alternativa con mejor puntaje (corredor 7 con tipología férrea de tren ligero) fue descartada debido a que el volumen máximo de pasajeros/hora/sentido sobrepasa la capacidad máxima de un tren de estas características. Esto partiendo del supuesto de que el tren ligero puede tener una capacidad de 900 pasajeros, con un intervalo mínimo de 2 minutos, es decir que esta tecnología podría atender 27,000 pax/hora/sentido. Sin embargo, en todos los escenarios modelados para el corredor 7 con esta tecnología se superaba este número, con un volumen entre 33,596 y 35,122 pax/hora/sentido.

Para los siguientes corredores, se seleccionó la tecnología férrea que presentó una mayor puntuación, que para el caso de los corredores 6, 1, 3 y 4 resultó ser con tren ligero. Los corredores 2 y 5 fueron descartados totalmente, ya que el puntaje que alcanzaron no superó la mitad del puntaje máximo (alcanzado por el corredor 7 con tipología de tren ligero). La tabla 3 muestra las alternativas evaluadas organizadas por puntaje y señala cuáles fueron seleccionadas para continuar a la siguiente subetapa que es la aplicación y evaluación de matriz multicriterio.

² Para más información del Modelo de Transporte, consultar documento “Análisis de Transporte” Versión 2.0.

³ Para más información del Modelo de Transporte, consultar documento “Matriz Multicriterio Selección de la Alternativa” Versión 6.0.

| Tipo | Criterio | Cuantificación | Valoración | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|-------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|
| | | | 1 TL | 1 M | 2 TL | 2 M | 3 TL | 3 M | 4 TL | 4 M | 5 TL | 5 M | 6 TL | 6 M | 7 TL | 7 M |
| Mejoras de transporte | Pasajeros nuevos en el sistema metro según cobertura | Pasajeros/HPA M | 10.8 | 10.7 | 1.6 | 2.7 | 12.4 | 12.6 | 6.7 | 6.9 | 0.0 | 1.6 | 0.5 | 3.2 | 14.9 | 15.3 |
| | Ahorro en tiempo de viaje en transporte público | min | 3.7 | 1.1 | 1.2 | 0.0 | 9.8 | 7.1 | 8.7 | 5.6 | 6.2 | 4.6 | 12.3 | 10.0 | 17.7 | 12.0 |
| | % de pares de la matriz OD atendidos por el sistema de transporte público | % | 5.5 | 5.7 | 5.9 | 6.2 | 6.5 | 6.8 | 6.7 | 7.1 | 7.4 | 8.1 | 9.1 | 9.8 | 7.5 | 7.9 |
| Intemodalidad | Intermodalidad con transporte masivo | Transbordos/H PAM | 5.9 | 5.7 | 5.6 | 6.1 | 6.3 | 6.4 | 7.0 | 6.8 | 6.3 | 7.5 | 6.7 | 9.0 | 10.2 | 10.4 |
| | Descongestionamiento de la red de transporte masivo | % | 15.3 | 4.7 | 9.3 | 0.0 | 13.0 | 7.8 | 12.6 | 6.3 | 10.6 | 1.7 | 7.2 | 0.0 | 7.6 | 3.8 |
| Puntaje | | | 6.6 | 3.7 | 3.6 | 1.5 | 10.0 | 7.2 | 9.0 | 5.5 | 6.4 | 4.3 | 9.7 | 8.0 | 13.9 | 10.5 |

Tabla 2 Resultados Modelo de Transporte.

| Clasificación | Corredor | Puntaje | Observación | Siguiente etapa |
|---------------|----------------------------|---------|--|-----------------|
| 1 | Corredor 7- Tren ligero | 13.9 | Volumen máximo (42.000 pax/hora/sentido) excede la capacidad máxima de un metro ligero | ✗ |
| 2 | Corredor 7- Metro | 10.5 | Pasa a siguiente etapa | ✓ |
| 3 | Corredor 3- Tren ligero | 10.0 | Pasa a siguiente etapa | ✓ |
| 4 | Corredor 6- Tren ligero | 9.7 | Pasa a siguiente etapa | ✓ |
| 5 | Corredor 4- Tren ligero | 9.0 | Pasa a siguiente etapa | ✓ |
| 6 | Corredor 6- Metro | 8.0 | Se selecciona la tecnología liviana para esta alternativa | ✗ |
| 7 | Corredor 3- Metro | 7.2 | Se selecciona la tecnología liviana para esta alternativa | ✗ |
| 8 | Corredor 1- Tren ligero | 6.6 | Pasa a siguiente etapa | ✓ |
| 9 | Corredor 5- Tren ligero | 6.4 | Descartada por puntaje bajo | ✗ |
| 10 | Corredor 4- Metro | 5.5 | Se selecciona la tecnología liviana para esta alternativa | ✗ |
| 11 | Corredor 5- Metro | 4.3 | Descartada por puntaje bajo | ✗ |
| 12 | Corredor 1- Metro | 3.7 | Descartada por puntaje bajo | ✗ |
| 13 | Corredor 2- Tren ligero | 3.6 | Descartada por puntaje bajo | ✗ |
| 14 | Corredor 2- Metro | 1.5 | Descartada por puntaje bajo | ✗ |

Tabla 3 Resultados Modelo de Transporte.

Partiendo de la metodología de evaluación multicriterio de la Línea 2 del Metro de Bogotá (L2MB), atendiendo la solicitud de la Alcaldía y del IDU, fue necesario ajustar algunos criterios e indicadores debido a las características del proyecto del Corredor Férreo del Sur; estos ajustes fueron socializados con la Interventoría, EMB e IDU a través de la reunión realizada el 28 de junio de 2022. Al respecto la interventoría se pronunció mediante comunicado OF-CIFS-CAC-00622-17082022 del 17 de agosto del 2022, en el cual emitieron concepto de aprobación.

En la siguiente tabla, se muestra los componentes, criterios, indicadores y sus respectivos pesos que fueron definidos por la Consultoría y avalados por Interventoría, Instituto de desarrollo urbano, y Empresa Metro de Bogotá.

| Componente | Peso | Criterio | Peso | Indicador | Peso Indicador |
|-----------------------|------|--|------|--|----------------|
| Afectación Ambiental. | 12% | 1 Elementos de la estructura ecológica principal. | 30% | Área de traslape con los elementos de la Estructura Ecológica Principal -EEP (Corredores ecológicos, sistemas de áreas protegidas del Distrito Capital, Parques Urbanos y Áreas de Manejo Especial del Río Bogotá) | 30% |
| | | 2.Dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua. | 25% | Cruce con cuerpos de agua que puedan tener afectación en su dinámica hídrica e hidráulica. | 25% |
| | | 3.Geomorfología del terreno. | 15% | Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas). | 15% |
| | | 4.Biodiversidad y conectividad ecológica, estructural y funcional. | 25% | Traslape con zonas de importancia en biodiversidad (ecosistemas, corredores ecológicos de biodiversidad, hábitats y arbolado urbano, etc.) | 25% |
| | | 5.Ruido urbano. | 5% | Identificación de receptores sensibles (Hospitales, colegios, universidades, | 5% |

| Componente | Peso | Criterio | Peso | Indicador | Peso Indicador |
|-------------------------------|------|--------------------------------------|------|---|----------------|
| | | | | hogares geriátricos, bibliotecas, áreas de importancia ambiental, entre otros). | |
| Proceso Constructivo. | 13% | 1. Rendimiento | 22% | Tiempo total de construcción | 22% |
| | | 2. Daño emergente y lucro cesante | 11% | Perturbación a vecinos comerciales | 11% |
| | | 3. Perturbaciones | 37% | Perturbaciones en el tráfico vehicular | 12% |
| | | | | Perturbaciones en la operación del BRT | 25% |
| | | 4. Ruido | 14% | Generación de ruido por la construcción del sistema | 14% |
| 5. Redes | 16% | Interferencias con redes principales | 16% | | |
| Urbano – Paisajístico. | 9% | | | Potencial de generación de espacio público para circulación-conexión | 15% |
| | | 1. Renovación urbana | 45% | Potencial de renovación urbana (desarrollo de proyectos inmobiliarios y potencial de recuperación de zonas deprimidas) | 30% |
| | | 2 Ciudad construida | 30% | Presencia del patrimonio material con interés cultural mueble, arquitectónico y/o urbanístico en los tres niveles de declaratoria Nacional, | 9% |

| Componente | Peso | Criterio | Peso | Indicador | Peso Indicador |
|--------------------|------|--|------|--|----------------|
| | | | | Municipal y/o Distrital. | |
| | | | | Proximidad constructiva con edificaciones en tratamiento de consolidación y de conservación | 11% |
| | | | | Impacto visual positivo generado gracias a la inserción de edificaciones asociadas a las estaciones de pasajeros | 10% |
| | | 3. Coincidencia y Conectividad con el Entorno Urbano del Municipio de Soacha | 25% | Longitud de coincidencia y conectividad con el entorno urbano y la infraestructura de espacio público en el municipio de Soacha | 25% |
| Afectación Social. | 4% | 1. Afectación a las comunidades y territorio. | 50% | Afectación a la infraestructura o equipamiento social: recreativa, hospitales, centros educativos, centros de salud, centros religiosos, organizaciones sociales | 25% |
| | | | | Incidencia en los entornos barriales con manifestaciones del patrimonio inmaterial | 25% |
| | | 2. Afectación a sitios arqueológicos | 20% | Afectación de zonas con presencia de sitios | 20% |

| Componente | Peso | Criterio | Peso | Indicador | Peso Indicador |
|--|------|---|------|--|----------------|
| | | 3. Afectación predial | 30% | arqueológicos o BIC por las cuales el corredor discurre | |
| | | | | Identificación de predios afectados | 10% |
| | | | | Cálculo de áreas de terreno requeridas | 10% |
| | | | | Identificación de puntos críticos prediales | 10% |
| Beneficios Sociales por Mejoras en Transporte. | 17% | 1. Mejoras de transporte | 75% | Pasajeros transportados en Bogotá | 25% |
| | | | | Ahorros en tiempo | 50% |
| | | 2. Integración regional | 25% | Pasajeros transportados con origen o destino en Soacha | 25% |
| Financiero. | 24% | 1. Costos | 100% | Costos de inversión proyecto metro por km, incluidos los costos de gestión predial (adquisición y gestión) | 59% |
| | | | | Costos de operación y mantenimiento | 41% |
| | | | | | |
| Riesgo. | 14% | 1. Riesgo geotécnico y sísmico | 32% | Riesgo de subsidencia, derrumbes o afectación a estructuras | 32% |
| | | 2. Riesgo de afectación a troncales BRT | 38% | Afectación a las troncales BRT en los tiempos de construcción | 38% |
| | | 3. Riesgo ambiental | 30% | Riesgo de afectación a zonas de remoción en masa, | 30% |

| Componente | Peso | Criterio | Peso | Indicador | Peso Indicador |
|------------------------------------|------|------------------------|------|---------------------------------------|----------------|
| | | | | inundaciones, entre otros. | |
| Uso franja férrea existente | 7% | 1. Uso corredor férreo | 100% | Uso corredor férreo del sur existente | 100% |

Tabla 4 Matriz Multicriterio Selección Alternativa definida.

Para la evaluación multicriterio se normalizo la valoración de cada indicador, con el objetivo de poder aplicar los pesos respectivos por componentes e indicadores, sumar y comparar todas las alternativas bajo los mismos parámetros. Para la normalización o ponderación de cada indicador, se contempló el método de calificación proporcional en la mayoría de los indicadores, el mismo que fue usado para la evaluación multicriterio de la Línea 2 del Metro de Bogotá (L2MB); para este método se usó un número de 1-100 y este clasificó las alternativas con mejor desempeño, con 100 puntos y al resto de alternativas se asignó un porcentaje respecto a la alternativa con mejor puntaje, de acuerdo con los resultados dados. En algunos casos se optó por usar el método de interpolación lineal continua, pues los resultados con el método de calificación proporcional no eran concluyentes y generaban valores distorsionados.

Aplicando la Matriz Multicriterio definida, se obtuvo los resultados expuestos en la siguiente tabla y figura, en la cual se observa la alternativa 7 como la más óptima y potencial para el objeto del presente contrato.

| Alt | Tecnología | Afectación Ambient | Proceso constructivo | Urbano - Paisajístico | Afectación social | Beneficios Sociales | Financiero | Riesgos | Uso franja férrea | (EVALUACION) |
|-----|--------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|------------|---------|-------------------|--------------|
| | | COM P1 | COM P2 | COM P3 | COM P4 | COM P5 | COM P6 | COM P7 | COM P8 | |
| | | 12% | 13% | 9% | 4% | 17% | 24% | 14% | 7% | 100% |
| 1 | Tren ligero | 98,22 | 72.24 | 87.66 | 72.16 | 42.80 | 87.55 | 69.02 | 100.00 | 76.90 |
| 3 | Tren ligero | 71,47 | 81.81 | 80.19 | 62.30 | 53.82 | 89.51 | 77.28 | 93.66 | 76.93 |
| 4 | Tren ligero | 65.58 | 86.62 | 86.85 | 53.69 | 40.80 | 85.29 | 93.55 | 80.21 | 75.21 |
| 6 | Tren ligero | 48.05 | 67.49 | 78.42 | 75.61 | 71.45 | 96.73 | 45.84 | 3.78 | 66.67 |
| 6 | Metro pesado | 48.14 | 63.39 | 78.42 | 75.58 | 100.00 | 79.04 | 45.84 | 3.82 | 66.75 |
| 7 | Metro pesado | 56.64 | 87.64 | 97.34 | 66.01 | 85.57 | 73.52 | 72.26 | 72.35 | 76.96 |

Tabla 5 Resultados aplicación Matriz Multicriterio.

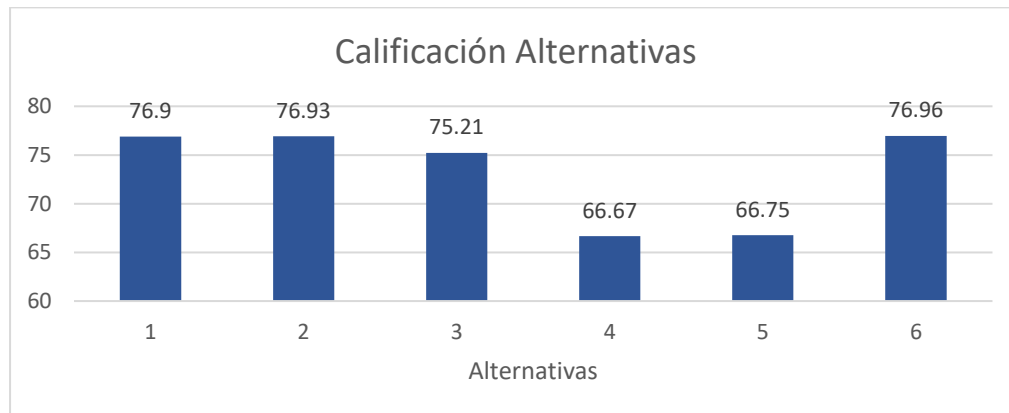


Figura 3 Resultados aplicación Matriz Multicriterio.

Por último, se realizó un análisis de sensibilidad con el fin de identificar si la propuesta de pesos arroja una selección de red estable, que no se modifique mediante pequeñas variaciones de los pesos de los componentes o de los indicadores, tal y como se realizó en la prefactibilidad para la Línea 2 de Metro de Bogotá. Se evaluaron un total de 14 escenarios, modificando los pesos de componentes y también de indicadores, se muestra a continuación los escenarios evaluados:

| Escenario de Sensibilidad | Descripción | COMP1 | COMP 2 | COMP 3 | COMP 4 | COMP 5 | COMP 6 | COMP 7 | COMP 8 |
|---------------------------|--|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------|------------|---------|-----------------------------|
| | | Afectación Ambiental | Proceso constructivo | Urbano - Paisajístico | Afectación social | Beneficios Sociales por Mejoras en | Financiero | Riesgos | Uso franja férrea existente |
| S1 | Igualdad en los pesos de los componentes | 12.50% | 12.50 % | 12.50 % | 12.50 % | 12.50 % | 12.50 % | 12.50 % | 12.50 % |
| S2 | Componente 8 Uso corredor férreo 0% | 13% | 14% | 10% | 5% | 18% | 25% | 15% | 0% |
| S3 | Componente 7 Riesgos 0% | 12% | 13% | 9% | 0% | 19% | 26% | 14% | 7% |
| S4 | Pesos componente | 10% | 10% | 10% | 10% | 25% | 25% | 5% | 5% |

| Escenario de Sensibilidad | Descripción | COMP1 | COMP 2 | COMP 3 | COMP 4 | COMP 5 | COMP 6 | COMP 7 | COMP 8 |
|---------------------------|--|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------|------------|---------|-----------------------------|
| | | Afectación Ambiental | Proceso constructivo | Urbano - Paisajístico | Afectación social | Beneficios Sociales por Mejoras en | Financiero | Riesgos | Uso franja férrea existente |
| | s modificados | | | | | | | | |
| S5 | Pesos componentes modificados | 12% | 13% | 9% | 4% | 24% | 17% | 14% | 7% |
| S6 | Pesos componentes modificados | 7% | 13% | 9% | 4% | 24% | 17% | 14% | 12% |
| S7 | Pesos componentes modificados | 5% | 10% | 15% | 15% | 20% | 25% | 5% | 5% |
| S8 | Indicadores con el mismo peso dentro del componente | 12.00% | 13.00% | 9.00% | 4.00% | 17.00% | 24.00% | 14.00% | 7.00% |
| S9 | Indicadores con el mismo peso dentro del componente y componentes con el mismo peso | 12.50% | 12.50% | 12.50% | 12.50% | 12.50% | 12.50% | 12.50% | 12.50% |
| S10 | Indicador Perturbaciones en el tráfico vehicular 0% y Riesgo de subsidencia, derrumbes o | 12% | 13% | 9% | 4% | 17% | 24% | 14% | 7% |

| Escenario de Sensibilidad | Descripción | COMP1 | COMP 2 | COMP 3 | COMP 4 | COMP 5 | COMP 6 | COMP 7 | COMP 8 |
|---------------------------|---|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|------------------------------------|------------|---------|-----------------------------|
| | | Afectación Ambiental | Proceso constructivo | Urbano - Paisajístico | Afectación social | Beneficios Sociales por Mejoras en | Financiero | Riesgos | Uso franja férrea existente |
| | afectación 0% | | | | | | | | |
| S11 | Pesos componentes modificados. Comp Financiero máximo | 10% | 11% | 7% | 3% | 15% | 35% | 12% | 7% |
| S12 | Pesos componentes modificados. Comp Financiero mínimo | 15% | 16% | 11% | 6% | 20% | 5% | 17% | 10% |
| S13 | Pesos componentes modificados. Comp Riesgos Máximo | 9% | 10% | 6% | 1% | 14% | 21% | 35% | 4% |
| S14 | Pesos componentes modificados. Comp Riesgos mínimo | 13% | 15% | 10% | 5% | 19% | 24% | 5% | 9% |

Tabla 6 Escenarios de Sensibilidad Evaluados.

| Alternativa | Escenario Sensibilidad | | | | | | | | | | | | | | Total |
|-------------|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | |
| 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 35 |
| 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 35 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 6 | 4 | 4 | 6 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 1 | 4 | 59 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 6 | 5 | 5 | 6 | 5 | 6 | 85 |
| 6A | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 5 | 6 | 5 | 70 |
| 7 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 4 | 1 | 3 | 1 | 31 |

Tabla 7 Resultados aplicación escenarios de sensibilidad.

De los resultados de la aplicación de los escenarios de sensibilidad, se puede notar que la alternativa que tuvo mejor puntaje es la Alternativa 7, siguiéndolas por las alternativas 3 y 1, las mismas que resultaron en la aplicación del escenario base de la matriz. Este ejercicio muestra que efectivamente los resultados son estables.

Para mayor detalle de la metodología y aplicación de la Matriz Multicriterio definida, consultar el documento “Matriz Multicriterio Selección de la Alternativa” versión 6.0 el cual se encuentra revisado y aprobado por parte de la Interventoría y el Instituto de Desarrollo Urbano.

Por otra parte, desde cada uno de los componentes exigidos por el anexo técnico se estudio y se caracterizó cada una de las alternativas de trazado definidas, los cuales se encuentran desarrollados en el documento emitido desde cada área los cuales referenciamos a continuación.

1. Topografía y análisis cartográfico

Documento: “Planos Alternativas” Versión 2.0.

2. Predios

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO GESTIÓN PREDIAL” Versión 1.0.

3. Transporte

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO COMPONENTE DE TRANSPORTE” Versión 0.0.

4. Diseño Geométrico Férreo

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO” Versión 6.0.

5. Diseño Geométrico Vial

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL” Versión 1.0.

6. Urbanismo

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO URBANISMO” Versión 2.0.

7. Redes Hidrosanitarias

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO REDES HIDROSANITARIAS” Versión 1.0.

8. Redes Secas

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO REDES SECAS” Versión 1.0.

9. Arqueología

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO ARQUEOLOGÍA” Versión 4.0.

10. Patrimonio

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO PATRIMONIO” Versión 0.0.

11. Estructuras

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAS” Versión 3.0.

12. Ambiental

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO AMBIENTAL” Versión 4.0.

13. Gestión Social

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO GESTION SOCIAL: DIÁLOGO CIUDADANO Y COMUNICACIÓN ESTRATÉGICA” Versión 1.0.

14. Presupuesto

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA” Versión 2.0.

15. Legal y Jurídico

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO COMPONENTE LEGAL Y JURÍDICO” Versión 0.0.

16. Financiero

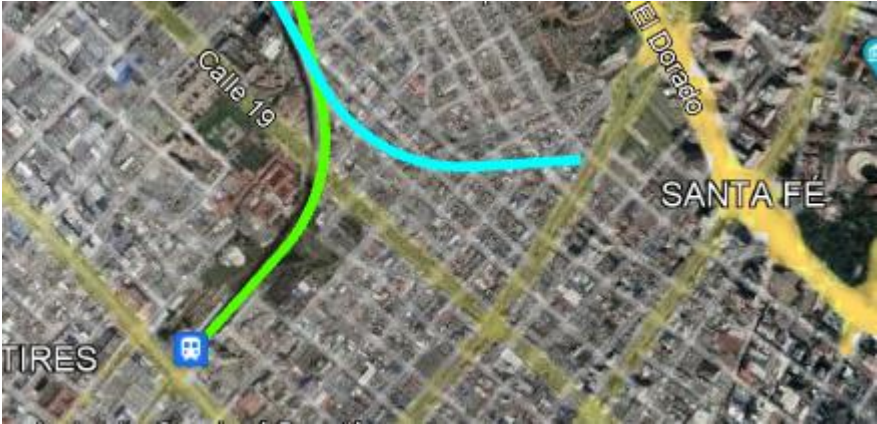
Documento: “INFORME 3: ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD FISCAL DE LA CIUDAD” Versión 4.0.

17. Riesgos

Documento: “INFORME 3: CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO COMPONENTE RIESGOS” Versión 2.0.

7 DESARROLLO DE LA ETAPA 4 - PROFUNDIZACIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Para el desarrollo de la etapa 4 del contrato de Consultoría IDU No. 1860 de 2021, la cual corresponde a la Profundización sobre la alternativa seleccionada en la etapa 3, la cual para efectos de este contrato es la alternativa 7, se inició con una verificación del trazado con mayor detalle, para optimizarlo en beneficio del sistema y de los usuarios. A continuación, se indica cada uno de los ajustes planimétricos generales al trazado de la alternativa 7 mixta seleccionada, realizados desde el componente de Diseño Geométrico Férreo y Vial.

| ETAPA 3 (Previa) | ETAPA 4 (Actual) |
|--|------------------|
|  | |

Punto de inicio en Estación de la Sabana paso a ser cercano a la Estación Central.

Previamente a la finalización de la etapa 3 caracterización y diagnóstico, se llevó a cabo una reunión presencial el 5 de octubre de 2022 en la Alcaldía de Bogotá, con el fin de presentar los resultados de la matriz multicriterio, en la cual la alcaldesa manifestó su desacuerdo con la llegada a la Estación de la Sabana y que, durante dicha reunión, la instrucción que se recibió por parte de la Alcaldía fue ajustar los diseños para que la llegada fuera lo más cercano a la Estación Central. Así mismo, se presentó un ejercicio de comparación entre los dos puntos (Estación Sabana y Estación Central) resaltando que, cuando se realiza la conexión a la Calle 26 con Av. Caracas, se da una mayor uniformidad en el perfil de carga, quedando como acuerdo que para la Etapa 4 del contrato se partiría de este punto para el trazado.



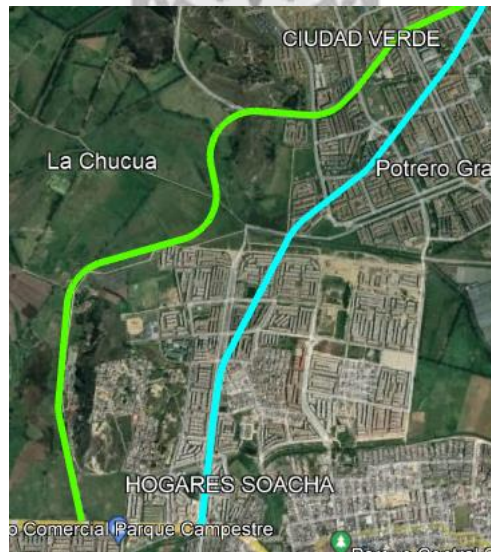
Cruce en la Av. 1 de mayo con Av. 68 antes se tenía en tramo recto.

Cruce en la Av. 1 de mayo con Av. 68 ahora se realizó un desvío para no interferir con la cimentación del viaducto del metro y el paso subterráneo peatonal de la troncal de TransMilenio.





Cruce sector San Bernardino XVIII antes el trazado se extendía hasta el humedal la Isla.

Cruce sector San Bernardino XVIII ahora el trazado se ajustó hacia el costado oriental para no afectar el humedal la Isla.



Cruce en zona de expansión Soacha antes, el trazado se extendía hasta la zona verde.

Cruce en zona de expansión Soacha ahora el trazado se ajustó hacia el costado oriental por lo siguiente: Atravesar de tal forma que, sea central a la población, no afectar el humedal San Isidro, y por último para optimizar en el trazado, la transición para llegada al patio taller.

| | | |
|---|---|---|
|  Ardanuy CONSORCIO ARDANUY COLOMBIA | 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. |  ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO |
|---|---|---|

| | |
|---|--|
| Altimetría Tramos Viaducto: 15 Metros Altimetría Tramos Subterráneo: 13 Metros | En cuanto a cambios altimétricos y como recomendación de la Empresa Metro de Bogotá durante la mesa de trabajo del Convenio 1539 llevada a cabo el 23 de diciembre de 2022, se ajusta el perfil bajo las siguientes premisas, para la tipología elevada al menos 15 metros de elevación a cota riel y para la tipología subterránea al menos -25 metros de profundidad a cota riel. Así mismo, en cada una de las tipologías propuestas (elevada, subterránea y mixta), el trazado pasa muy cerca de las estaciones 7 y 13 de la PLMB. |
| 21 Estaciones | 18 Estaciones: Se reduce el número de estaciones, dado que la alternativa seleccionada es en metro pesado. Se tomó como referencia la distancia de Interestaciones de la línea 2 de metro de Bogotá como referencia, y se retira estaciones con mínima demanda según estudio de transporte. |

Tabla 8 Optimización Alternativa 7.



Adicionalmente, se planteó una nueva matriz multicriterio⁴ y determinar la mejor tipología de implantación del sistema.

Para esto, se hizo uso de la misma matriz establecida en la etapa 3, donde se seleccionaron los componentes, criterios e indicadores que aplicaban considerando que las tres tipologías a evaluar se encuentran en el mismo trazado y por tanto en algunos de los indicadores no se presentaban diferencias que permitieran el correcto uso del análisis multicriterio; las tres tipología evaluadas fueron elevado en viaducto, subterráneo y la tercera es una alternativa mixta entre las dos anteriores planteadas. Así mismo, se tuvo encuentra la optimización del trazado con los ajustes indicados anteriormente en la tabla 8.

⁴ Para más información de la Matriz Multicriterio de la Tipología de Implantación, consultar documento "MATRIZ MULTICRITERIO SELECCIÓN DE TRAZADO GEOMÉTRICO SOBRE CORREDOR SELECCIONADO" Versión 4.0.

| Componente | Peso | Criterio | Peso | Indicador | Peso Indicador |
|------------------------|------|--|------|--|----------------|
| Afectación ambiental | 13% | Afectación a zonas verdes y cruce de cuerpos de agua | 50% | Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas) | 30% |
| | | | | Cruces con cuerpos de agua (lenticos y loticos) | 30% |
| | | Generación de RCD | 50% | Generación volumétrica de residuos | 40% |
| Proceso Constructivo. | 14% | Rendimiento | 29% | Tiempo total de construcción | 29% |
| | | Ruido | 19% | Generación de ruido por la construcción del sistema | 19% |
| | | Redes | 22% | Interferencias con redes principales (húmedas y secas) | 22% |
| | | Puntos condicionantes | 30% | Longitud de tramo de vía en influencia de cimentación profunda | 15% |
| | | | | Restricciones afectación al tráfico vehicular y peatonal - Estaciones, Viaducto-obra en superficie | 15% |
| Urbano – Paisajístico. | 15% | Renovación urbana | 60% | Potencial de generación de espacio público para circulación-conexión | 60% |
| | | Ciudad construida | 40% | Afectación a Bienes de Interés Cultural | 20% |

| Componente | Peso | Criterio | Peso | Indicador | Peso Indicador |
|--|------|--|------|---|----------------|
| | | | | Impacto visual | 20% |
| Afectación Social. | 5% | Afectación a las comunidades y territorio. | 50% | Afectación a la infraestructura o equipamiento social: recreativa, hospitales, centros educativos, centros de salud, centros religiosos, organizaciones sociales y a las manifestaciones culturales de los entornos barriales | 50% |
| | | Afectación a sitios arqueológicos | 20% | Afectación de zonas con presencia de sitios arqueológicos y segmentos del corredor férreo del Sur | 20% |
| | | Afectación predial | 30% | Identificación de predios afectados | 30% |
| Beneficios sociales Mejoras en transporte | 21% | Mejoras de transporte | 100% | Pasajeros transportados | 100% |
| Financiero. | 22% | Costos | 50% | Costos de inversión total, incluidos los costos de gestión predial (adquisición y gestión) | 25% |
| | | | | Costo de operación y mantenimiento | 25% |

| | | |
|---|--|--|
|  Ardanuy CONSORCIO ARDANUY COLOMBIA | 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. |  ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO |
|---|--|--|

| Componente | Peso | Criterio | Peso | Indicador | Peso Indicador |
|------------|------|---------------------|------|--|----------------|
| | | Costos unitarios | 50% | Costo por estación | 25% |
| | | | | Costo por km de la línea | 25% |
| Riesgo. | 10% | Riesgos geotécnicos | 100% | Riesgo de subsidencia o afectación a estructuras | 100% |

Tabla 9 Matriz Multicriterio Tipología de Implantación.

En este caso, se realizó la misma metodología realizada en la etapa 3, al igual que la normalización de la valoración de cada indicador, y de esta manera poder aplicar los pesos de los componentes e indicadores y, sumar y comparar todas las alternativas bajo los mismos parámetros.

Como resultado de la aplicación de la matriz expuesta anteriormente, se observó que la tipología túnel es la que obtiene mejor calificación, siendo favorecida en la mayoría de sus componentes a excepción del componente financiero, puesto que es la alternativa que mayores costos presenta. Por lo anterior, la Consultoría continuó con la profundización de los estudios a nivel de prefactibilidad sobre la alternativa de túnel, que obtuvo la mejor calificación en el ejercicio realizado. Así mismo se aclara que dicha alternativa podrá ser sujeta de optimizaciones en fases posteriores del proyecto (Factibilidad), donde se podría evaluar algunos tramos a nivel para disminuir el costo del proyecto.

Para mayor detalle de la metodología aplicada y los resultados obtenidos en la aplicación de esta matriz multicriterio para la definición de la tipología de implantación, consultar el documento “MATRIZ MULTICRITERIO SELECCIÓN DE TRAZADO GEOMÉTRICO SOBRE CORREDOR SELECCIONADO”.

| | Afectación Ambiental | Proceso constructivo | Urbano - Paisajístico | Afectación social | Beneficios sociales por | Financiero | Riesgos | |
|------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|------------|---------|---------|
| Tipología | COMP1 | COMP2 | COMP3 | COMP4 | COMP5 | COMP6 | COMP7 | (EVAL.) |
| Alternativa 7 (Metro pesado) | 13% | 14% | 15% | 5% | 21% | 22% | 10% | 100% |
| Túnel | 67,43 | 81,35 | 97,36 | 99,95 | 100,00 | 58,25 | 79,72 | 81,54 |
| Viaducto | 44,07 | 75,31 | 63,43 | 91,23 | 80,69 | 99,85 | 100,00 | 79,26 |
| Mixta | 34,85 | 71,07 | 87,74 | 91,39 | 95,12 | 62,62 | 81,69 | 74,13 |

Tabla 10 Resultados Aplicación Matriz Multicriterio Tipología de Implantación.

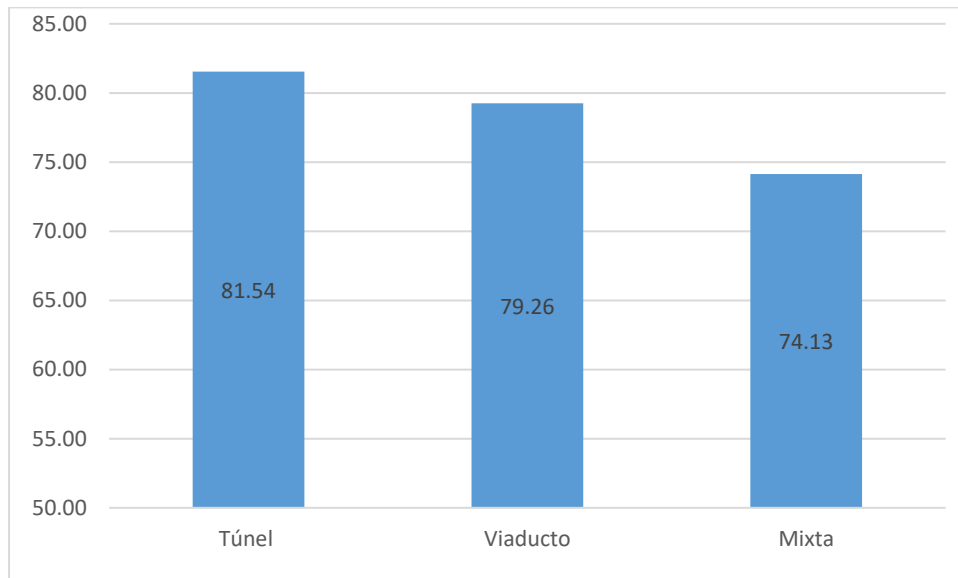


Figura 4 Resultados Aplicación Matriz Multicriterio Tipología de Implantación.

Por otra parte, desde cada uno de los componentes exigidos por el anexo técnico se estudió y se profundizó sobre la alternativa 7 Metro Pesado Subterráneo, lo cual se encuentra desarrollado en el documento emitido desde cada área los cuales referenciamos a continuación.

1. Topografía y análisis cartográfico

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE TOPOGRAFÍA” versión 2.0.

2. Predios

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE GESTIÓN PREDIAL” versión 2.0.

3. Transporte

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE TRANSPORTE” versión 0.0.

4. Diseño Geométrico Férreo

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE DISEÑO GEOMETRICO FÉRREO” versión 2.0.

5. Diseño Geométrico Vial

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE DISEÑO GEOMETRICO VIAL” versión 2.0.

6. Urbanismo

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE URBANISMO” versión 3.0.

7. Redes Hidrosanitarias

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE REDES HIDROSANITARIAS” versión 3.0.

8. Redes Secas

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE REDES SECAS” versión 2.0.

9. Arqueología

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE ARQUEOLOGÍA” versión 2.0.

10. Patrimonio

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE PATRIMONIO” versión 1.0.

11. Estructuras

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE ESTRUCTURAS” versión 6.0.

12. Ambiental

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE AMBIENTAL” versión 6.0.

13. Gestión Social

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE GESTIÓN SOCIAL” versión 1.0.

14. Presupuesto y Cronograma

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA” versión 4.0.

15. Legal y Jurídico

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE LEGAL Y JURÍDICO” versión 1.0.

16. Financiero y Evaluación Beneficio - Costo

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE FINANCIERO” versión 4.0.

17. Riesgos

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE RIESGOS” versión 3.0.

18. Geotecnia

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE GEOTECNIA” versión 6.0.

19. Ingeniería Ferroviaria

Documento: “INFORME 4: PROFUNDIZACIÓN SOBRE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA COMPONENTE INGENIERÍA FERROVIARIA” versión 4.0.

8 PRESENTACIÓN PROYECTO CORREDOR FÉRREO DEL SUR

El crecimiento y desarrollo urbano de Bogotá y los municipios vecinos presenta un reto de movilidad y transporte para la región Bogotá-Cundinamarca, en este sentido se debe contar con la infraestructura idónea de transporte masivo que permita atender las necesidades de viajes de la ciudad-región. Para el caso particular Bogotá-Soacha, el corredor férreo del sur existente se presenta como una oportunidad de generar un eje con potencial de conectividad regional, consolidando una alternativa de movilidad sostenible.

Por lo anterior, este proyecto es de gran importancia dado que conllevará al mejoramiento de las condiciones urbanas de las áreas aledañas al trazado ferroviario, ya que por sus características impacta de manera positiva la población asentada en corredor de influencia Bogotá – Soacha, específicamente las localidades Santa Fe, Los Mártires, Puente Aranda, Kennedy, Ciudad Bolívar y Bosa en la ciudad de Bogotá (figura 5), y para el caso de Soacha la comuna 2, la vereda Bosatama, y las veredas identificados con números catastrales 2575400000020, 2575400000028, 2575400000021, 2575400000027, 2575400000022, 2575400000026, 2575400000023 (figura 6 y figura 7); para las veredas de Soacha mencionamos los números catastrales dado que no presentan nombre asignado. La

anterior información de Soacha fue tomada del Infraestructura de Datos Espaciales Regional (IDER), el cual cuenta con la información más actualizada de este municipio.

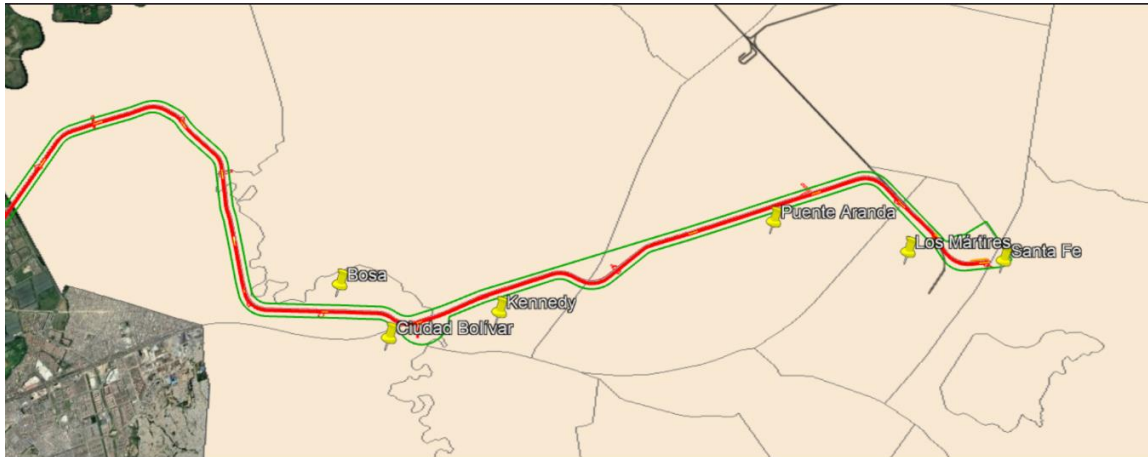


Figura 5 Localidades Bogotá identificadas en el trazado propuesto.

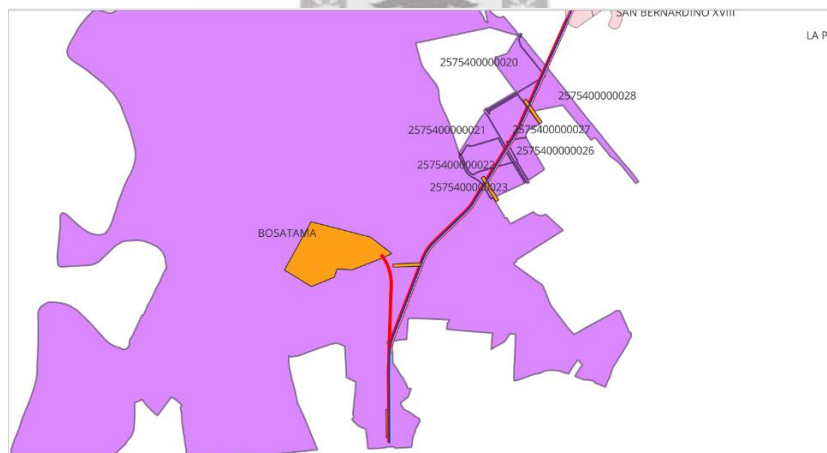


Figura 6 Veredas Soacha Identificadas en el trazado propuesto.

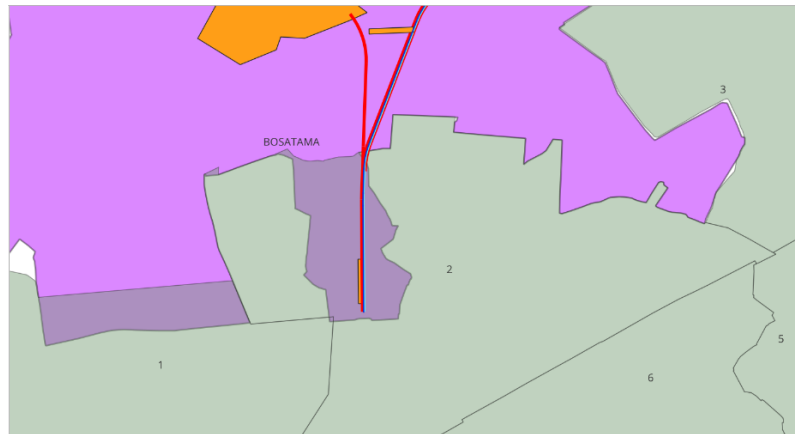


Figura 7 Vereda Bosatama y Comuna 2, zonas identificadas trazado propuesto Municipio Soacha.

En el presente capítulo la Consultoría presenta de manera integral los resultados obtenidos del desarrollo y ejecución del contrato IDU No. 1860 de 2021, el cual tiene el objeto de “ELABORAR LOS ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD DEL CORREDOR FÉRREO DEL SUR EN LA MODALIDAD FERROVIARIA Y SU ARTICULACIÓN CON OTROS PROYECTOS DE TRANSPORTE DE LA REGIÓN BOGOTÁ – CUNDINAMARCA”.

Como resultado de todos los trabajos y actividades efectuados desde cada una de las áreas establecidas y exigidas en el presente proyecto, se estudió el resultado más óptimo, conveniente y beneficioso para el sistema propuesto, para la ciudad y los mismos usuarios que harán uso de este. La propuesta de transporte es una línea de metro pesado subterránea que conecta Bogotá desde la Calle 22 con Avenida Caracas con Soacha en la actual Vía San Marón con la Vía Indumil; este trazado tiene una longitud de 24km aproximadamente, de los cuales 5km comparten el mismo eje del corredor férreo del sur existente (a 25 metros de profundidad), el cual es una infraestructura férrea administrada por la nación a través de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), y por el departamento mediante la Empresa Férrea Regional (EFR).

A continuación, presentamos las características técnicas y operacionales identificadas, los costos de inversión y operacionales, las fuentes de financiación, las posibles estructuras de transacción, análisis de riesgos, recomendaciones de gestión, normativas y demás información relevante para la toma de decisiones en etapas posteriores y desarrollo del proyecto.

8.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y OPERACIONALES

Como se menciona en capítulo 6 y 7 del presente documento, a partir de la aplicación de 2 matrices multicriterio definidas entre las partes, se tuvo el trazado de la alternativa 7 subterránea como la más favorita. Dicha alternativa subterránea, consta de un corredor

bitubo de 23,1 km, que parte desde la calle 24 al lado de la estación 13 de la primera línea del metro de Bogotá hasta la vía Indumil en Soacha a 700m de la plaza principal del municipio de Soacha, consta de 18 estaciones, con una profundidad aproximada de 30m a la cota riel, y sale a superficie cuando empalma su trayectoria con el patio taller propuesto.

Para esta alternativa, se realizó el diseño en planta y en perfil, el cual se podrá detallar en los planos realizados desde el componente de diseño geométrico férreo, para lo cual se tuvo en cuenta el cumplimiento de los parámetros de la Metodología para el diseño del trazado ferroviario del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif). A continuación presentamos resumen de los parámetros de diseño.

Sistema Ferroviario:

- **Tipo Tren Ferroviario:** Metro Pesado
- **Tipología de Implantación:** Subterráneo
- **Tipo Excavación:** Uso de tuneladoras (TBM)
- **Superestructura:** Una sección bitubo de 7 metros de diámetro separados a 7 metros.
- **Trazado:** Estación Metro 26 con Calle 22 – Cra 39 – Av. Bosa – Av. Guayacanes – Vía Indumil
- **Altimetría Cota riel:** Entre (-) 25 metros a (-) 30 metros
- **Cantidad Máx de Trenes Circulando:** 29 trenes
- **Capacidad Pasajeros Tren:** 1800 pasajeros/tren
- **Volumen máximo (resultado MM Etapa 4):** 50.309 (pax/HPAM/sentido)
- **Trazado en Planta:**
 - Longitud: 23.141 kilómetros
 - Número de vías férreas: 2
 - Infraestructura de Vía: Sistema de vía en placa en túnel con fijación directa, trocha estándar 1435mm (riel a riel).
 - Radio Mínimo de Curvas circulares (m): 400
 - Longitud mínima en alineación recta (m): 40mts
 - Longitud mínima en curva (m): 40 mts
 - Aceleración lateral no compensada: 0,65m/s²
 - Tipo de desvíos: 190-1:9 49
- **Trazado en Alzado:**
 - Acuerdo vertical: 2500m
 - Peralte Máximo (mm): 160 mm
 - Pendiente Longitudinal en estación: 0%
 - Pendiente Longitudinal mínima: 0,1%
 - Pendiente Longitudinal máxima: 4%
 - Radio mínimo de las curvas verticales: 40 metros
 - Aceleración vertical máxima: 0,2m/s²
- **Suministro Energía:** Se cálculo de manera preliminar una carga total de 30MVA (se considera 20% de reserva), que se distribuye en 5 S/E de tracción en la línea y 1 para Patio Taller, y se estima preliminarmente 3 subestaciones alimentadoras. Sistema de alimentación de tracción catenaria rígida.

- **Señalización:** Se propone un sistema tipo CBTC con nivel de automatización GoA3 o GoA4 y un sistema de red privado exclusivo para este sistema.
- **Telecomunicaciones:** Se define sistema de redundancia con doble anillo de red con fibra óptica.
- **Recaudo:** Sistema basado en tecnología Contact Less, escalable para tarifa única compatibles entre diferentes sistemas de transportes de la región. Se considera la instalación de puntos de venta internos (estaciones) y externos.
- **Centro de Control de Operaciones:** Se detalla la edificación y su arquitectura para la localización del CCO para una optima operación del sistema. Se considera sistema de control redundante.
- **Material Rodante:** Se está contemplando un material rodante de tipo pesado de 6 vagones con velocidad máxima de 100km/h, con capacidad de transporte de máximo 1800 pasajeros por tren.

Características Operacionales:

- **Velocidad comercial:** 40km/h
- **Velocidad de Diseño:** 80Km/H
- **Frecuencia:** 2-2,5min
- **Tiempo de Viaje Aprox.:** 40 minutos

Estaciones:

- **No. de Estaciones:** 18 Total
- **Longitud:** 150 metros
- **Sistema de Excavación:** Cut and Cover
- **Profundidad:** Estaciones de 4 niveles subterráneos, con la cabeza de riel a 30 metros de profundidad.
- **Tamaño Plataforma Pasajeros:** 1632.84 m²
- **Tipo Estación:** Se plantean 3 tipos diferentes de estaciones.
- **Estaciones con andén central:** 17
- **Estaciones con andenes laterales:** 1
- **Radio mínimo en curva en las estaciones:** 500mts.

Patio Taller:

- **Tipo de Implantación:** A nivel
- **Área:** 28,6 hectáreas
- **Flota:** 34 trenes
- **Transición Subterráneo a Nivel:** 200 metros con una pendiente de 4%
- **Áreas Incluidas:** Zona Inspección, Mantenimiento, máquina de lavado, cabina de pintura, soplado, pista de pruebas, vías de lavado, vías de mantenimiento, reperfilado de ruedas.
- **Zona de Parqueo Flota:** 15 vías.
- **Zona Taller:** 10 vías

- **Vía de Pruebas:** Longitud 1112,51 metros, la cual permite probar trenes a una velocidad máxima de 75 km/h durante 25 segundos.
- **Infraestructura de Vía:** Sistema de vía en balasto.
- **Distribución preliminar:**

| Zona | Área aproximada (Ha) | Descripción |
|------------------------|----------------------|--|
| Administrativa | 4,6 | Edificios y vías vehiculares internas |
| Parqueaderos | 3,08 | |
| Verde | 8,1 | Reservadas para áreas de cesión, adecuaciones, ampliaciones de vías, edificios o demás actividades. |
| Vía de Pruebas | 2,7 | |
| Acceso al patio taller | 0,9 | El ingreso al patio taller se hace por una rampa, la cual requiere un espacio de desarrollo, para sacar los trenes a superficie. |
| Patios y Talleres | 9,2 | De acuerdo con el informe de ingeniería ferroviaria, para el horizonte temporal del 2050 se espera la disposición de hasta 34 trenes, 29 de ellos ubicados en las 15 vías de parqueo. En caso de una mayor demanda, se podrán instalar 6 vías adicionales para el parqueo de 12 trenes. |
| Total | 28,6 | |

Tabla 11. Distribución preliminar del lote de patio taller.

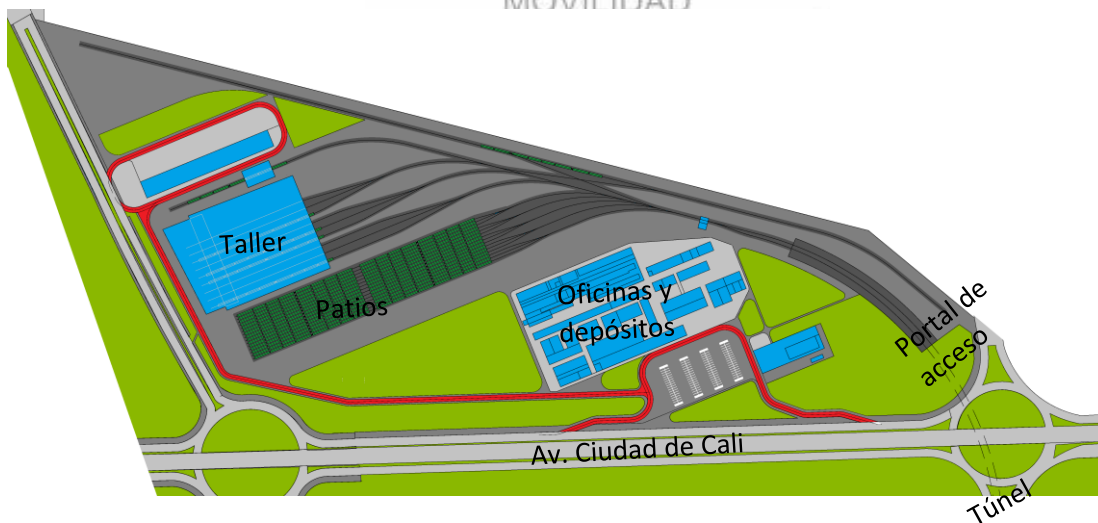


Figura 8 Esquema Patio Taller.

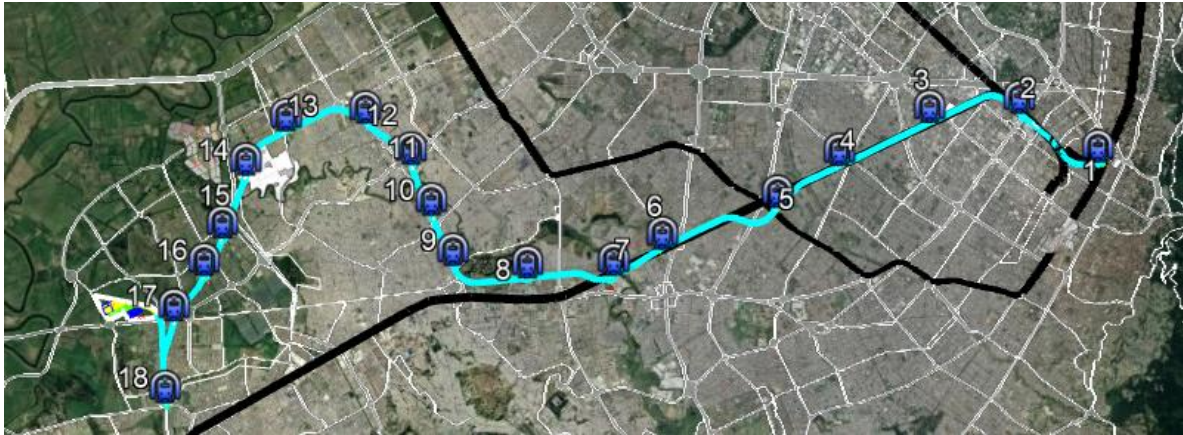


Figura 9 Alineamiento del corredor del sur y sus estaciones.

8.2 CARACTERÍSTICAS DE INTEGRACION CON OTROS MEDIOS DE TRANSPORTE

Conectividad con otros modos de transporte

La alternativa seleccionada cuenta con estaciones que tienen un gran número de transferencias hacia otros modos de transporte. A continuación, se muestra la distribución de los tipos de viajes en cada estación, incluyendo abordajes iniciales, abordajes de transferencia, descensos de transferencia y descensos finales.

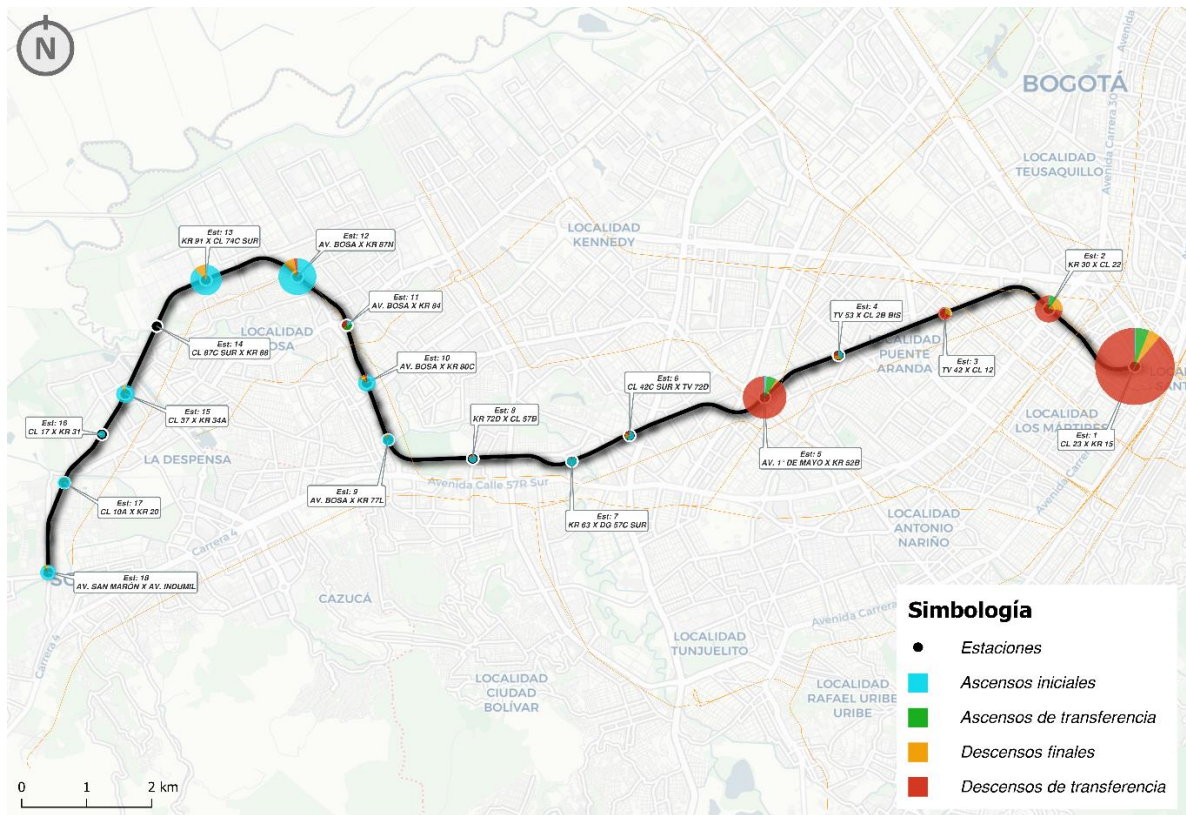


Figura 10 Viajes finales o de transferencia en cada estación.

En la figura anterior se puede observar que a lo largo de la alternativa seleccionada existen estaciones con una gran cantidad de transbordos, especialmente descensos de transferencia. En particular, cuatro estaciones presentan más de 2,000 descensos de transferencias. La estación Santa Fé es el principal punto de intercambio modal en el corredor, con 19,639 descensos de transferencia. Le sigue la estación San Eusebio ubicada en la Avenida primero de mayo x carrera 52B, que presenta 10,804 descensos de transferencia. Además, las estaciones La Hoja y Gorgonzola presentan 5,615 y 2,572 descensos de transferencia, respectivamente.

Por otro lado, se presenta una tabla que desglosa la integración con los sistemas de transporte motorizado y no motorizado y se espera que este proyecto se articule y complemente esta y las otras redes de transporte.

| INTEGRACIÓN CON LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE MOTORIZADO Y NO MOTORIZADO | | | | | | |
|---|-----------|-----------------|---------------------------------|------|-----------|-------------------------|
| ESTACIÓN | RED METRO | TRANSMILENIO | PARADERO SITP (AREA INFLUENCIA) | | | RED CICLORRUTAS |
| | | | 0-5 | 5-15 | MAS DE 15 | |
| ESTACION 1 | Línea 1 | Troncal Caracas | Av. | | X | Calle 24 Av. Caracas |

| INTEGRACIÓN CON LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE MOTORIZADO Y NO MOTORIZADO | | | | | | |
|---|-----------|-------------------|---------------------------------|------|-----------|---|
| ESTACIÓN | RED METRO | TRANSMILENIO | PARADERO SITP (AREA INFLUENCIA) | | | RED CICLORRUTAS |
| | | | 0-5 | 5-15 | MAS DE 15 | |
| ESTACION 2 | No | Av. NQS | | | X | Av. NQS |
| ESTACION 3 | No | Calle 13 | | | X | Calle 13 Av. Ferrocarril Sur |
| ESTACION 4 | No | No | | | X | Av. Comuneros Carrera 50 Av. Ferrocarril del Sur Calle 2 |
| ESTACION 5 | Línea 1 | Av. 68 | | | X | Av. Ferrocarril de Sur Av. Primero de Mayo Carrera 52 A |
| ESTACION 6 | Línea 4 | No | | | X | Av. Ferrocarril del Sur Av. Boyacá Calle 40 sur |
| ESTACION 7 | No | Autopista del Sur | | X | | Av. Ferrocarril del Sur Carrera 63 Río Tunjuelo |
| ESTACION 8 | No | Autopista del Sur | | | X | Autopista del Sur |
| ESTACION 9 | No | Autopista del Sur | | X | | Av. Bosa |
| ESTACION 10 | No | No | | | X | Av. Bosa Carrera 80H Calle 63 sur |
| ESTACION 11 | No | No | | | X | Av. Bosa Av. Ciudad de Cali |
| ESTACION 12 | No | No | | | X | Av. Bosa Carrera 87 j |
| ESTACION 13 | No | No | | X | | Alameda El Porvenir |
| ESTACION 14 | No | No | | X | | Tv.80l |
| ESTACION 15 | No | No | X | | | Av. Tierra Negra |
| ESTACION 16 | No | No | X | | | Calle 17 |
| ESTACION 17 | No | No | X | | | Av. San Marón Av. Ciudad de Cali |
| ESTACION 18 | No | No | X | | | Av. San Marón Av. Indumil |

Tabla 12 Integración con los sistemas de transporte motorizado y no motorizado

Integración tarifaria

En cuanto al esquema tarifario del proyecto, tal como se desarrolló las etapas anteriores, se modeló cada alternativa con integración física y tarifaria del esquema actual del Sistema Integrado de Transporte Público SITP de Bogotá D.C.

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 (pesos del 2019). 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, y las transferencias entre el proyecto y los demás trenes regionales se cobrarán a la tarifa plena, como se presenta en la siguiente tabla.

| 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 |

Tabla 13. Estructura tarifaria del modelo de transporte

Transferencia de pasajeros

- Análisis de ascensos

Durante la hora pico de las 6:30 a.m. - 7:30 a.m los puntos de mayor abordaje y descenso en las estaciones del proyecto, se puede observar que el corredor férreo tiene la mayor cantidad de ascensos en las estaciones de Soacha y Bosa, con un promedio de 3,605 y 8,428 respectivamente. Además, el tramo desde la vía Indumil hasta la calle 42C sur presenta la mayor cantidad de ascensos. En este tramo, se pueden notar que las estaciones ubicadas en la Av. San Marón concentran la mayoría de los ascensos, con un total de 7,551, y lo mismo ocurre con la Av. Bosa, que tiene 18,162 ascensos generados en dicho corredor.

Además, en la figura a continuación se puede apreciar tanto los proyectos de transporte público actuales como los proyectados, lo que permite tener una visión más completa de la infraestructura de transporte en la zona. Esto es especialmente relevante para tener en cuenta posibles sinergias entre proyectos y planificar el desarrollo urbano y económico de la región de manera más eficiente y sostenible.

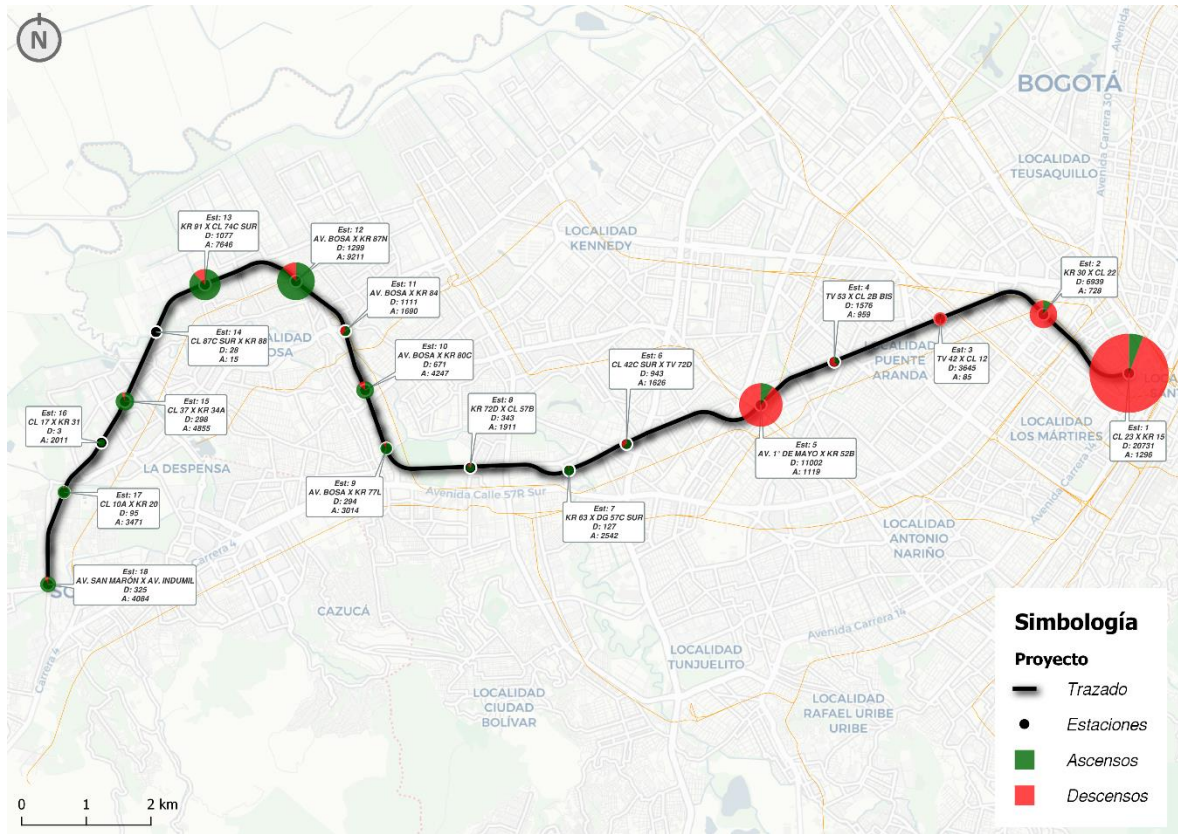


Figura 11 Abordajes y descensos en cada estación.

- Análisis de descensos

Con respecto a los descensos, se puede observar que la mayoría de ellos se concentran en el primer tramo del trazado, que va desde la Estación Central hasta la Av. Primero de Mayo.

Entre las estaciones más relevantes en este sentido se encuentran la Estación Santa Fe (CI 23 x KR 15), la estación KR 30 x CL 22, las que están ubicadas sobre el antiguo corredor férreo, y la estación de la Av. 1° de Mayo x KR 68. Es importante mencionar que la Estación Santa Fe es el punto donde se realizan la mayoría de los descensos. Esto se debe a que en esta estación se realiza la transferencia con la Primera Línea del Metro de Bogotá y la troncal de Transmilenio de la Avenida Caracas.

Conectividad con la red ciclo infraestructura

Para fomentar la movilidad activa y la intermodalidad, es esencial analizar la conectividad del corredor con la red de infraestructura ciclista de la ciudad. La siguiente figura muestra la red actual de infraestructura ciclista y el trazado de la alternativa seleccionada.

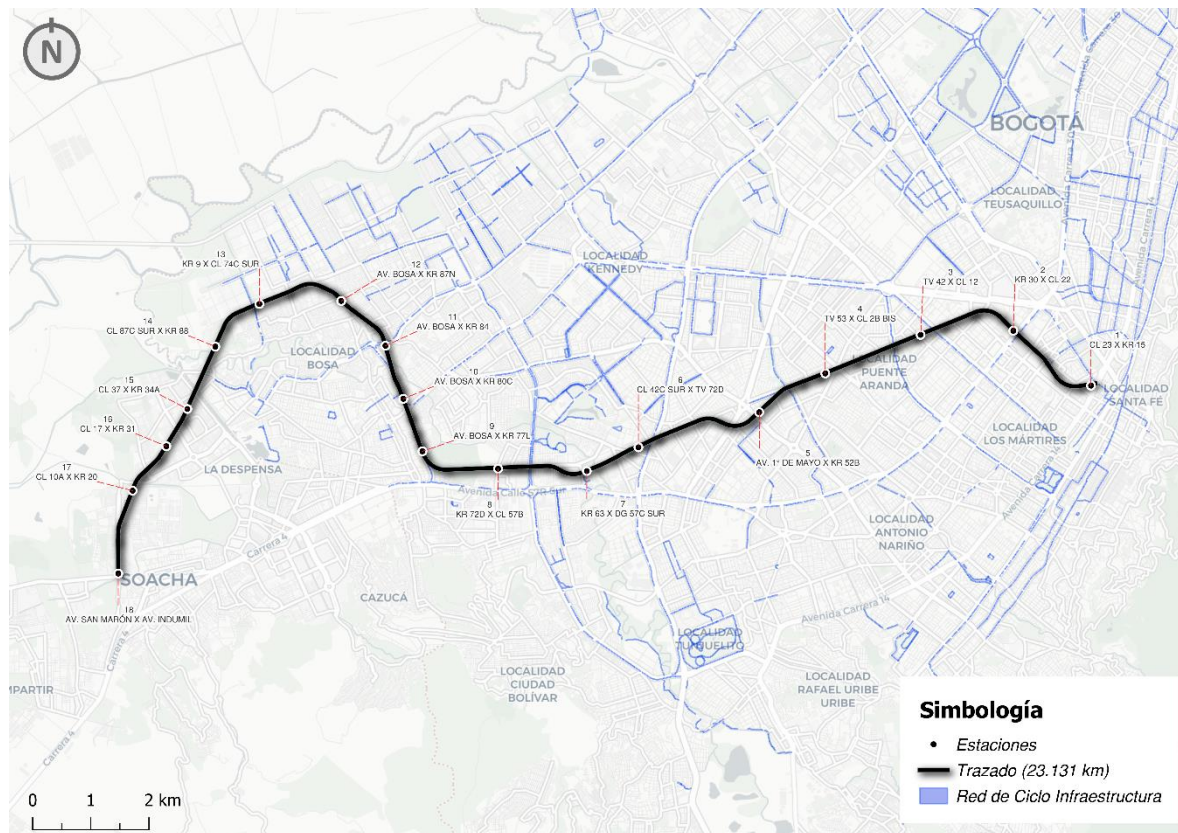


Figura 12 Red actual de Ciclo Infraestructura

Fuente: Steer, 2023 a partir de la información de la Secretaría Distrital de Movilidad

Como se puede observar en la figura anterior, el corredor cuenta con conexiones en varias zonas con la red de infraestructura ciclista de la ciudad. Es importante tener en cuenta que, de acuerdo con el artículo 427 del Decreto 555 de 2021, los centros de integración modal deben incluir ciclo-parqueaderos. Por lo tanto, en la etapa de factibilidad, es crucial analizar la necesidad de implementar estos estacionamientos para bicicletas en las estaciones, en caso de que se requieran, se debe estimar la demanda potencial y determinar la cantidad de cupos necesarios para satisfacer dicha demanda.

Dicho análisis debe priorizarse en las estaciones generadoras de viajes, es decir, en las estaciones Las Margaritas y Tintal, debido a que, al ser las estaciones con la mayor cantidad de abordajes, es posible que la demanda potencial de usuarios de bicicletas sea mayor.

De igual forma, en la tabla 12 se especifica por cada estación la red actual de ciclo infraestructura que se encuentra aledaña.

Desde urbanismo se propone que, en cada estación se incluirá, como mínimo, un módulo de cicloparqueaderos. El módulo mínimo tiene capacidad para 234 bicicletas. Se deberá ubicar a nivel de suelo sobre cada estación y es de fácil implantación por tener una tipología prefabricada y autoportante.

Las bicicletas se distribuyen en dos corredores, de 30 metros de largo, con doble crujía que ocupan un ancho de 3.60 metros cada uno para un total de 5.20 metros de ancho más un sobreaño de 1 metro a cada lado. Cada módulo tiene un total de 6.20 metros de ancho por 30 metros de largo, así como se muestra en la siguiente figura.

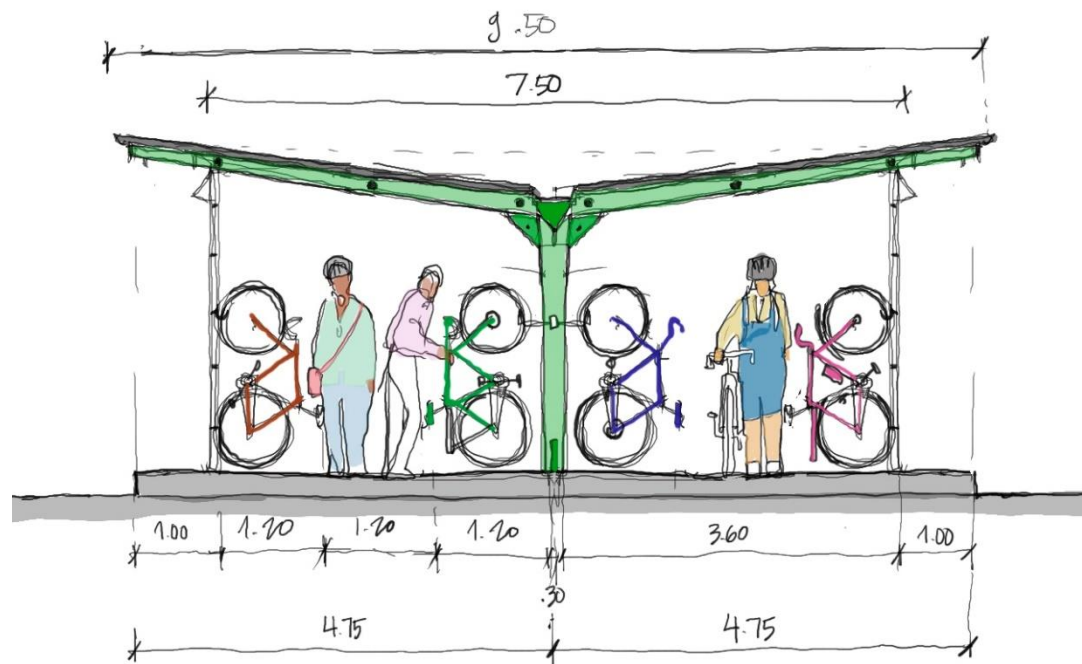


Figura 13 Mobiliario propuesto - Ciclo parqueaderos

En cada una de las dieciocho estaciones se ha ubicado un módulo de cicloparqueaderos, en total el proyecto tendría capacidad para 4212 bicicletas. La capacidad de cada estación deberá ser analizada en las etapas siguientes para determinar si, dependiendo de la demanda se requiere más capacidad de cicloparqueo.

8.3 COSTOS Y FINANCIACIÓN

De acuerdo con el producto del componente de presupuesto realizado por la Consultoría, se tienen los siguientes valores para CAPEX y OPEX para un periodo de vida del proyecto de once años en su etapa de factibilidad, estudios y diseños de detalle y construcción, y un periodo 20 años de operación y mantenimiento (2035-2055).

| RUBRO | VALOR |
|-------------------------|---|
| CAPEX Total | COP 25.922.061.000.000 |
| OPEX Total (20 años) | USD 477.327.899,00 por 20 años de operación y mantenimiento del sistema |

Tabla 14 Resumen CAPEX y OPEX.

8.3.1 CAPEX

La estructuración de la estimación de costos de inversión de la alternativa seleccionada - CAPEX, se realizó usando el método de valoración por índices de precios, e incorporando porcentajes de incertidumbre debido al nivel actual de estudio de la consultoría; lo anterior se realiza considerando aspectos como gestión predial, infraestructura, superestructura, instalaciones ferroviarias, y material rodante como lo indica el anexo técnico. Los porcentajes de incertidumbre utilizados fueron los siguientes: 10% para Material Rodante y Sistema Metroferroviario, y 20% para el resto de los componentes (obras civiles, predios); estos valores de incertidumbre fueron tomados del documento de Matriz Multicriterio de los Estudios de Prefactibilidad de la Segunda Línea del Metro de Bogotá.

Para el material rodante, fue calculado un número de trenes usando simulaciones de tráfico preliminares, con el uso de la herramienta Rail Traffic, con lo cual se obtuvo el dato de 34 trenes necesarios para el funcionamiento del Corredor Férreo del Sur. A continuación, en la siguiente tabla se incluye el cálculo del CAPEX.

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | VR. (COP) | VR. (MILLONES COP) |
|----------|------------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | PRELIMINARES | | \$ 434.593 |
| | Predial | \$287.349.180.684 | \$ 287.349 |
| | Socio ambiental | \$147.243.499.709 | \$ 147.243 |
| 2 | INFRAESTRUCTURA | | \$ 2.069.700 |

| | | | |
|------------------------------|---|---------------------------|----------------------|
| | Interferencia con redes existentes | \$ 62.563.101.926 | \$ 62.563 |
| | Túnel | \$ 1.695.721.970.943 | \$ 1.695.722 |
| | Construcción Vía férrea | \$ 298.841.055.084 | \$ 298.841 |
| | Pilotes de soporte auxiliar, pantallas salida hacia patio taller | \$ 12.574.306.303 | \$ 12.574 |
| 3 | SUPERESTRUCTURA | | \$ 1.185.941 |
| | Sistemas Complementarios Túnel | \$ 1.161.875.518.327 | \$ 1.161.876 |
| | Pozos de ventilación y salidas de Emergencia | \$ 24.065.201.693 | \$ 24.065 |
| 4 | ESTACIONES | | \$ 5.644.727 |
| | OBRA CIVIL, ARQUITECTURA | | |
| | Estaciones típicas (2,4,6,9,10,13,18) | \$ 2.193.743.696.874 | \$ 2.193.744 |
| | Estación 1 Santa Fé | \$ 533.493.453.893 | \$ 533.493 |
| | Estación 3 Gorgonzola | \$ 245.205.574.471 | \$ 245.206 |
| | Estación 5 San Eusebio | \$ 317.136.663.371 | \$ 317.137 |
| | Estación 7 Villa del Río | \$ 242.242.529.869 | \$ 242.243 |
| | Estación 8 Olarte | \$ 251.149.841.863 | \$ 251.150 |
| | Estación 11 La Paz | \$ 242.478.846.309 | \$ 242.479 |
| | Estación 12 Las Margaritas | \$ 320.008.817.035 | \$ 320.009 |
| | Estación 14 El Edén | \$ 313.391.956.696 | \$ 313.392 |
| | Estación 15 Frailejones | \$ 367.362.996.106 | \$ 367.363 |
| | Estación 16 Ciudad Verde | \$ 367.362.996.106 | \$ 367.363 |
| | Estación 17 Las Huertas | \$ 251.149.841.863 | \$ 251.150 |
| 5 | INSTALACIONES FERROVIARIOS | | \$ 1.055.053 |
| 5,01 | Talleres y cocheras (Obra civil edificios y equipos ferroviarios) | \$ 761.434.610.944 | \$ 761.435 |
| | Adecuación del terreno | \$ 293.618.489.168 | \$ 293.618 |
| 6 | SISTEMAS FERROVIARIOS | | \$ 5.830.480 |
| 6,01 | Sistema señalización y control | \$ 540.340.060.506 | \$ 540.340 |
| | Sistema de Comunicaciones | \$ 382.442.448.977 | \$ 382.442 |
| | Sistemas de Puertas de Anden | \$ 326.803.835.136 | \$ 326.804 |
| | Sistema de Alimentación eléctrica | \$ 295.488.089.837 | \$ 295.488 |
| | Puesto Central Control de Operaciones | \$ 51.750.341.240 | \$ 51.750 |
| | Material Rodante | \$ 4.233.655.385.138 | \$ 4.233.655 |
| 7 | URBANISMO Y PAISAJISMO | | \$ 231.621 |
| | Áreas de urbanismo | \$ 231.621.402.826 | \$ 231.621 |
| 8 | OTROS | | \$ 257.104 |
| | Desvío y manejo de Tráfico | \$ 257.104.072.145 | \$ 257.104 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS | | | \$ 16.709.220 |
| | A.I.U. OBRA CIVIL (25%) | 25,00% | \$ 2.455.922 |

| | | |
|---|------------|----------------------|
| A.I.U. SISTEMA FERROVIARIO + M.R. (20%) | 20,00% | \$ 1.377.107 |
| IVA SOBRE UTILIDAD (3%) | 19% | \$ 95.243 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS + A.I.U. + IVA S/UTILIDAD (A) | | \$ 20.637.491 |
| ESTUDIOS FACTIBILIDAD, Y ESTUDIOS Y DISEÑO DETALLE | 4,00% | \$ 825.500 |
| TOPOGRAFÍA, ESTUDIO CATASTRAL, ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, RELEVAMIENTOS DE TRÁFICO | 3,00% | \$ 619.125 |
| ASISTENCIA TÉCNICA EN FASE DE LICITACIÓN, DE DISEÑO Y DE OBRA | 0,75% | \$ 154.781 |
| INTEVENTORÍA DE OBRA | 3,50% | \$ 722.312 |
| AUSCULTACIÓN | 0,50% | \$ 103.187 |
| ASISTENCIA TÉCNICA A LA OPERACIÓN | 1,00% | \$ 206.375 |
| GASTOS ADICIONALES (B) | | \$ 2.631.280 |
| FACTOR DE INCERTIDUMBRE SIST. FERROV. (C) | 10% | \$ 688.553 |
| FACTOR DE INCERTIDUMBRE RESTO (D) | 20% | \$ 1.964.737 |
| CAPEX ESTIMADO TOTAL (A + B + C + D) | | \$ 25.922.061 |

Tabla 15 CAPEX.

El cronograma de desarrollo de las futuras etapas contempla:

- Etapa de Factibilidad: 18 meses
- Etapa estudios y diseños de detalle: 18 meses
- Etapa de Construcción: 96 meses
 - Construcción línea
 - Construcción estaciones
 - Instalaciones ferroviarias
 - Suministro de equipamiento
- Etapa de Operación (20 años)

8.3.2 OPEX

Con respecto a los costos de explotación (operación y mantenimiento) están representados en personal, consumo eléctrico, mantenimiento y remplazo de elementos de vía, del material rodante y equipamientos fijos en estación y a lo largo de la infraestructura lineal de transporte.

En el caso de la alternativa seleccionada, que es con túnel, el consumo eléctrico será considerado teniendo en cuenta que deben funcionar sistemas de ventilación a gran escala, sistemas contra incendios e iluminación constante, estaciones subterráneas con equipamiento de ventilación forzada, aire acondicionado y extracción de humo, entre otros elementos de importancia que influyen directamente en el costo por el incremento necesario de personal e incremento en el consumo de energía eléctrica.

Los costos de operación y mantenimiento se calculan considerando los costos generados en un período de tiempo (en este caso, un año) distribuidos en los kilómetros recorridos por cada tren (costo por tren-kilómetro). Es decir, se realiza un cálculo del costo de operación y mantenimiento en un lapso de un año, luego se calcula el promedio del kilometraje recorrido por tren en ese año. En la siguiente tabla se presenta el cálculo del OPEX.

| | OPEX Alternativa 1 (USD) | Año 20 (USD) |
|--|-----------------------------|---------------------------|
| PERSONAL | | |
| Personal de Operaciones | USD 6.483.920,10 | USD 6.483.920,10 |
| Personal de Mantenimiento | USD 7.341.496,84 | USD 7.341.496,84 |
| Personal de Dirección | USD 535.558,77 | USD 535.558,77 |
| Personal Administrativo | USD 1.575.088,58 | USD 1.575.088,58 |
| SubTotal Personal (Anual) | USD 15.936.064,29 | USD 15.936.064,29 |
| CONSUMO DE ENERGÍA | | |
| Costos de Consumo de Energía de Tracción | USD 9.874.658,89 | USD 9.874.658,89 |
| Costos Consumo de Energía Instalaciones fijas y Taller | USD 987.465,89 | USD 987.465,89 |
| SubTotal Consumo de Energía (Anual) | USD 10.862.124,78 | USD 10.862.124,78 |
| MANTENIMIENTO | | |
| Material Rodante | USD 12.608.439,00 | USD 113.126.035,39 |
| Infraestructura y Superestructura de vías y catenarias | USD 4.810.335,00 | USD 25.137.523,66 |
| Señalización y Telecomunicaciones | USD 138.560,00 | USD 297.743.252,64 |
| Instalaciones Fijas | USD 2.685.870,00 | USD 2.685.870,00 |
| Subtotal Mantenimiento (Anual) | USD 20.243.204,00 | USD 438.692.681,69 |
| VARIOS | | |
| Gastos Generales Oficina y Seguros | USD 4.780.819,29 | USD 4.780.819,29 |
| Riesgos y Contingencias | USD 7.056.208,96 | USD 7.056.208,96 |
| Subtotal varios (Anual) | USD 11.837.028,25 | USD 11.837.028,25 |
| TOTAL ANUAL | USD 58.878.421,32 | USD 477.327.899,00 |
| Total 20 años | USD 1.596.017.903,99 | |
| Valor promedio anual USD | USD 79.800.895,20 | |
| Tasa de Cambio USD-COP (01-01-2023) | 4810,2 | |
| Valor promedio anual MILLONES COP | \$383.858,27 | |
| PERSONAL | USD 318.721.285,73 | |
| ENERGÍA | USD 217.242.495,64 | |

| | | |
|---------------|------------------------|--|
| MANTENIMIENTO | USD 823.313.557,69 | |
| VARIOS | USD 236.740.564,93 | |
| TOTAL (USD) | USD 1.596.017.903,99 | |
| TOTAL (COP) | \$7.677.165.321.767,41 | |
| TOTAL (MCOP) | 7.677.165 | |

Tabla 16 OPEX.

Para mayor detalle de los costos asociados a la inversión, operación y mantenimientos expuestos resumidamente anteriormente, consultar el documento del componente de Presupuesto, el cual se encuentra adjunto al presente informe en el anexo 10.35.

8.3.3 POSIBLES ESTRUCTURAS DE TRANSACCIÓN

De acuerdo con el producto de presupuesto y financiero realizado por el Consorcio Ardanuy Colombia se tienen los siguientes valores para CAPEX y OPEX para un periodo de vida del proyecto de once años en su etapa de preconstrucción y construcción, y un periodo 20 años de operación y mantenimiento (2035-2055). Dentro del producto financiero en etapa 4 se indica:

“Los costos correspondientes a la inversión necesario se toman del capítulo técnico encargado de esta estimación. En la tabla siguiente se muestran cada uno de los rubros y la razón precio cuenta aplicada para su conversión a precios económicos (Díaz et al., 2018)⁵. Debido a que los impuestos se consideran una transferencia del sector privado al público, estos no se incluyen en el costeo económico total, así como los factores de incertidumbre que serán revisados en los análisis de sensibilidad al modelo, por lo que el costo total del proyecto se estima en más de 20 billones de pesos a precios económicos. La distribución de estos flujos se realiza de manera homogénea durante una fase constructiva de 8 años.

| DESCRIPCIÓN | Mercado | RPC | Económico |
|------------------------------------|------------------|-------|------------------|
| PRELIMINARES | 434,593 | | 387,657 |
| Predial | 287,349 | 0,892 | 256,315 |
| Socio Ambiental | 147,243 | 0,892 | 131,341 |
| INFRAESTRUCTURA | 2,069,700 | | 1,868,939 |
| Interferencia con redes existentes | 62,563 | 0,903 | 56,494 |

⁵ Se toman los valores más recientes calculados por el Departamento Nacional de Planeación. En el archivo Excel adjunto a este modelo, se referencia el rubro respectivo empleado para cada categoría.

| DESCRIPCIÓN | Mercado | RPC | Económico |
|---|------------------|-------|------------------|
| Túnel | 1,695,722 | 0,903 | 1,531,237 |
| Construcción Vía férrea | 298,841 | 0,903 | 269,853 |
| Pilotes de soporte auxiliar, pantallas salida hacia patio taller | 12,574 | 0,903 | 11,355 |
| SUPERESTRUCTURA | 1,185,941 | | 1,070,904 |
| Sistemas Complementarios Túnel | 1,161,876 | 0,903 | 1,049,174 |
| Pozos de ventilación y salidas de emergencia | 24,065 | 0,903 | 21,731 |
| ESTACIONES | 5,644,727 | | 5,108,478 |
| Estaciones típicas (2,4,6,9,10,13,18) | 2,193,744 | 0,905 | 1,985,338 |
| Estación 1 Santa Fé | 533,493 | 0,905 | 482,812 |
| Estación 3 Gorgonzola | 245,206 | 0,905 | 221,911 |
| Estación 5 San Eusebio | 317,137 | 0,905 | 287,009 |
| Estación 7 Villa del Río | 242,243 | 0,905 | 219,229 |
| Estación 8 Olarte | 251,150 | 0,905 | 227,291 |
| Estación 11 La Paz | 242,479 | 0,905 | 219,443 |
| Estación 12 Las Margaritas | 320,009 | 0,905 | 289,608 |
| Estación 14 El Edén | 313,392 | 0,905 | 283,620 |
| Estación 15 Frailejones | 367,363 | 0,905 | 332,464 |
| Estación 16 Ciudad Verde | 367,363 | 0,905 | 332,464 |
| Estación 17 Las Huertas | 251,150 | 0,905 | 227,291 |
| INSTALACIONES FERROVIARIOS | 1,055,053 | | 954,823 |
| Talleres y cocheras (Obra civil edificios y equipos ferroviarios) | 761,435 | 0,905 | 689,098 |
| Adecuación del terreno | 293,618 | 0,905 | 265,725 |
| SISTEMAS FERROVIARIOS | 5,830,480 | | 3,883,100 |
| Sistema señalización y control | 540,340 | 0,666 | 359,866 |
| Sistema de Comunicaciones | 382,442 | 0,666 | 254,707 |
| Sistemas de Puertas de Anden | 326,804 | 0,666 | 217,651 |
| Sistema de Alimentación eléctrica | 295,488 | 0,666 | 196,795 |
| Puesto Central Control de Operaciones | 51,750 | 0,666 | 34,466 |
| Material Rodante | 4,233,655 | 0,666 | 2,819,614 |
| URBANISMO Y PAISAJISMO | 231,621 | | 209,154 |

| DESCRIPCIÓN | Mercado | RPC | Económico |
|---|-------------------|-------|-------------------|
| Áreas de urbanismo | 231,621 | 0,903 | 209,154 |
| OTROS | 257,104 | | 229,594 |
| Desvío y manejo de Tráfico | 257,104 | 0,893 | 229,594 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS | 16,709,220 | | 13,712,650 |
| A.I.U. OBRA CIVIL (25%) | 2,455,922 | 0,903 | 2,217,697 |
| A.I.U. SISTEMA FERROVIARIO + M.R. (20%) | 1,377,107 | 0,666 | 917,153 |
| IVA SOBRE UTILIDAD (3%) | 95,243 | | 0 |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS + A.I.U. + IVA S/UTILIDAD (A) | 20,637,491 | | 16,847,500 |
| ESTUDIOS FACTIBILIDAD, Y ESTUDIOS Y DISEÑO DETALLE | 825,500 | 0,925 | 763,587 |
| TOPOGRAFÍA, ESTUDIO CATASTRAL, ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, RELEVAMIENTOS DE TRÁFICO | 619,125 | 0,925 | 572,690 |
| ASISTENCIA TÉCNICA EN FASE DE LICITACIÓN, DE DISEÑO Y DE OBRA | 154,781 | 0,925 | 143,173 |
| INTEVENTORÍA DE OBRA | 722,312 | 0,925 | 668,139 |
| AUSCULTACIÓN | 103,187 | 0,925 | 95,448 |
| ASISTENCIA TÉCNICA A LA OPERACIÓN | 206,375 | 0,925 | 190,897 |
| GASTOS ADICIONALES (B) | 2,631,280 | | 2,433,934 |
| FACTOR DE INCERTIDUMBRE SIST. FERROV. (C) | 688,553 | | |
| FACTOR DE INCERTIDUMBRE RESTO (D) | 1,964,737 | | |
| CAPEX ESTIMADO TOTAL (A + B + C + D) | 25,922,061 | | 19,281,434 |

Tabla 17 CAPEX a precios de mercado y económico (millones de pesos de 2022).

En relación con el OPEX, también de los estudios técnicos de esta consultoría se tomaron los valores para los gastos de administración y mantenimiento durante la vida útil del proyecto. Para todos los años se toman el "OPEX regular", mientras que para el año 20 se toma del de la columna del año 20, en el que se realiza una reposición importante del material rodante, la señalización y las comunicaciones. Al igual que en el caso del CAPEX, los precios sombra empleados se expresan en el modelo de evaluación en Excel, tomando el reciente cálculo del DNP para estos precios.

| Rubro | RPC | OPEX regular | OPEX Año 20 |
|-------------------------|-------|--------------|-------------|
| Personal de Operaciones | 0,893 | 27.852 | 27.852 |

| | | | |
|--|-------|---------|-----------|
| Personal de Mantenimiento | 0,893 | 31.535 | 31.535 |
| Personal de Dirección | 0,893 | 2.300 | 2.300 |
| Personal Administrativo | 0,893 | 6.766 | 6.766 |
| Costos de Consumo de Energía de Tracción | 1,000 | 47.499 | 47.499 |
| Costos Consumo de Energía Instalaciones fijas y Taller | 1,000 | 4.750 | 4.750 |
| Material Rodante | 0,893 | 54.160 | 485.934 |
| Infraestructura y Superestructura de vías y catenarias | 0,893 | 20.663 | 107.978 |
| Señalización y Telecomunicaciones | 0,893 | 595 | 1.278.959 |
| Instalaciones Fijas | 0,893 | 11.537 | 11.537 |
| Gastos Generales Oficina y Seguros | 0,893 | 20.536 | 20.536 |
| Riesgos y Contingencias | 0,893 | 30.310 | 30.310 |
| TOTAL ANUAL | | 258.503 | 2.055.957 |

Tabla 18 OPEX a precios económicos (millones de pesos de 2022).

El cronograma de desarrollo de las futuras etapas contempla:

- Factibilidad, 18 meses contados a partir de enero de 2024
- Estudios y Diseños fase III, 18 meses contados a partir de junio de 2025
- Etapa de obra civil, 96 meses contados a partir de diciembre de 2026
- Etapa de operación y mantenimiento, 20 años contados a partir del año 2035

Ahora bien, dado el alto valor de inversión requerido por el proyecto, dentro del producto No. 4 del componente financiero se advierte la siguiente conclusión respecto de la estructura de la transacción:

“Habida cuenta que este es un Proyecto cuyos ingresos menos costos y gastos no permiten la recuperación de la inversión, nos encontramos frente a una única salida que corresponde a un desarrollo de Proyecto bajo un esquema de obra pública, dado que sus características financieras no permitirían el apetito o vinculación de recursos de capital privados para el desarrollo de la inversión.

De igual forma se menciona, que los escenarios planteados y presentados establecen un margen EBITDA del Proyecto que ronda el 20% y que debido a las depreciaciones del CAPEX resulta en un margen neto negativo. esta situación imposibilita la consecución del ya mencionado inversionista privado, por lo que los escenarios planteados asumen un 100% de participación de las vigencias futuras para la ejecución del Proyecto

Una particular alternativa consistiría en la división del Proyecto en una fase de inversión y en otra de operación, siendo el privado el que lleve a cabo la fase de operación, se recomienda que estas alternativas se estudien en una etapa posterior, de factibilidad, del Proyecto.

En el caso de haberse obtenido resultados diferentes, se hubieran podido plantear otros esquemas de financiación entre los que se destaca:

- *Recursos propios del titular del Proyecto – inversionista privado*
- *Financiamiento bancario*
- *Financiamiento en el mercado de deuda corporativa (bonos)*

Sin embargo, se reitera que, dados los resultados financieros, el enfoque de los costos no financiados tendrá que ser asumido por la parte interesada en el Gobierno y que no es viable para un tercero participar en la ejecución del Proyecto para su posterior recuperación vía tarifa.

Frente al análisis financiero desarrollado, se presentan las siguientes conclusiones generales:

1. *La TIR del Proyecto se encuentra por debajo del costo de capital ponderado (WACC), lo que indica que, para un inversionista privado, el Proyecto no resultaría atractivo en términos de rentabilidad. Esto sugiere que se requerirían otras fuentes de financiamiento o incentivos adicionales para atraer la inversión privada.*
2. *Dado que los ingresos generados por el Proyecto no son suficientes para cubrir los costos y gastos y recuperar la inversión, se plantea la opción de desarrollar el Proyecto bajo un esquema de obra pública. Esto implica que los fondos públicos serían utilizados para financiar y mantener la viabilidad del Proyecto en lugar de depender únicamente de los ingresos generados.*
3. *Considerando que el Proyecto muestra un EBITDA positivo en la operación, una alternativa a explorar sería dividir el Proyecto en una fase de inversión y una fase de operación. En esta propuesta, el sector privado estaría a cargo de la fase operativa, mientras que la inversión inicial sería financiada de manera pública. Sin embargo, se recomienda que estas alternativas se estudien más a fondo en una etapa posterior del Proyecto, durante el análisis de factibilidad.*
4. *En caso de optar por una estructura de obra pública, es fundamental tener en cuenta que en todos los periodos el espacio fiscal disponible es insuficiente para cubrir todos los gastos de capital (CAPEX) según el cronograma de obra y desembolsos requeridos.*

Esto implica que los recursos financieros disponibles pueden ser limitados, lo cual requiere una planificación cuidadosa y una distribución prudente de los fondos. Además, desde una perspectiva financiera, se recomienda evitar destinar un porcentaje significativo de los recursos disponibles del Distrito en un solo Proyecto, con el fin de mitigar el riesgo financiero y promover la diversificación de inversiones.”⁶

La conclusión trazada por el componente socioeconómico tiene implicaciones directas sobre el esquema de la transacción. Lo anterior en tanto no es posible suponer un futuro esquema de transacción en esta etapa de prefactibilidad hasta tanto no se desarrollen los estudios y diseños complementarios en la siguiente fase del proyecto, esto es factibilidad, con el fin de aterrizar aún más la demanda, el costo total del proyecto y los beneficios plenos socioeconómicos, con miras a determinar la viabilidad socioeconómica del proyecto bajo esos nuevos datos.

Lo cierto es que, para los cuatro proyectos férreos de referencia, se ha requerido de financiación de la Nación vía Ley de Metros. Esta financiación solamente es viable una vez se supere la condición de viabilidad desde el componente socioeconómico, viabilidad que en este momento es negativa.

En este sentido, se dejan abiertos los posibles escenarios de contratación con los diferentes esquemas que a futuro podrían llegar a concretar las necesidades de contratación, con la condición de que se produzca una cofinanciación de los elementos elegibles bajo ley de metros y una vez el mismo arroje resultados positivos en su evaluación socioeconómica.

Por lo anterior no se descartan ninguna las opciones para el esquema de transacción en las diferentes formas de agrupar las formas de contratación disponibles en función del tipo de proyecto y su ente gestor.

8.4 ANÁLISIS DE RIESGOS

Como parte integral del producto de Riesgos desarrollado para el presente contrato, se ha preparado una matriz con los lineamientos de los Conpes sectoriales 3961 de 2019 y CONPES 4047 de 2021, sin embargo, queremos resaltar que resulta más adecuado al proyecto que nos ocupa los lineamientos de política estipulados en este último dado que establece con mayor detalle aspectos propios del modo de transporte. En la tabla siguiente se podrá apreciar la Matriz y Mapa de Riesgos Tren del Sur, recogiendo los lineamientos de política sectorial a efectos de su asignación, además siguiendo la metodología se procedió a realizar la cualificación de cada riesgo para la etapa de prefactibilidad para determinar el mapa de riesgos acorde con la cualificación presentada en los numerales

⁶ Producto No. 4- Financiero y Socioeconómico.

precedentes en los que se detallaron las consideraciones a tener en cuenta para etapas posteriores de estructuración e implementación del proyecto.

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|---------|---------------------|---------------------|---------------------|---|-----------------------|--------------|---------|
| PREDIAL | Gestión Predial | 3.2.4 | 3.2.1 | Los efectos favorables y/o desfavorables derivados de los costos y las demoras en la gestión predial, en relación con el resultado de gestionar la disponibilidad y/o adquisición de los predios privados necesarios para adelantar las intervenciones, en representación del concedente. | Privado | MA | A |
| | | | 3.2.1 | Los efectos favorables y/o desfavorables derivados de los costos y las demoras en la gestión predial, en relación con el resultado de gestionar la disponibilidad de los predios que se ubican en zonas de uso público o baldíos o en cabeza de una entidad pública o que requieran algún tipo de gestión pública necesaria para adelantar las intervenciones del proyecto o que se encuentren invadidos previo a la fecha de apertura del proceso licitatorio. | Público | MA | A |
| | Adquisición Predial | 3.2.4 | 3.2.1 | Los efectos favorables y/o desfavorables derivados de las variaciones en el valor estimado de la gestión, compra y sobrecosto en los predios y otras áreas que no serán objeto de reversión a la entidad contratante (aquellos utilizados como fuente o disposición de materiales). | Privado | MB | A |
| | | 3.2.4 | 3.2.1 | Los efectos favorables y/o desfavorables derivados de la variación de costos por adquisición (incluyendo expropiación) y compensaciones socioeconómicas de las áreas objeto de reversión. | Público-Privado | MB | A |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|-----------|---|---------------------|---------------------|--|-----------------------|--------------|---------|
| | Vigilancia y tenencia de los predios | | 3.2.1 | Los efectos desfavorables derivados de la vigilancia y tenencia de los predios que reciba, así como su defensa jurídica por causas posteriores a dicha recepción. | Privado | B | B |
| AMBIENTAL | efectos favorables y desfavorables asociados con los costos y sobrecostos efectivos de la obtención y cumplimiento de todas las licencias, permisos o autorizaciones de carácter ambiental, compensaciones y demoras en la obtención o modificación de los trámites necesarios para adelantar el proyecto y cumplir con la ley aplicable. Este riesgo también incluye obras menores requeridas por la autoridad ambiental competente o por el concedente con posterioridad a la expedición, cesión o modificación de la licencia, permiso, autorización o plan aprobado para el proyecto. | 3.2.5 | 3.2.2 | Los efectos favorables y/o desfavorables asociados a la gestión ambiental y a la gestión para la obtención, modificación o cesión de las licencias, permisos, autorizaciones, planes o instrumentos de manejo ambiental, así como las demoras de los trámites ante las autoridades competentes. | Privado | MA | A |
| | | | 3.2.2 | Los efectos favorables y/o desfavorables asociados a la gestión ambiental y a la gestión para la obtención, modificación de las licencias, permisos, autorizaciones, planes o instrumentos de manejo ambiental, que se deriven de una modificación regulatoria posterior a la fecha de apertura del proceso licitatorio o posterior a la fecha de aprobación de la factibilidad. | Público | MB | A |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|------|----------------|---------------------|---------------------|--|-----------------------|--------------|---------|
| | | 3.2.5 | 3.2.2 | Los efectos favorables y/o desfavorables derivados de las variaciones en el valor estimado de las compensaciones ambientales producto de la expedición de licencias, permisos, autorizaciones, planes, instrumentos de manejo ambiental posteriores a la fecha de apertura del proceso licitatorio o posteriores a la fecha de aprobación de la factibilidad, siempre que las mismas no sean generadas por causas imputables al inversionista privado. | Público-Privado | MB | A |
| | | | 3.2.2 | Los efectos favorables y/o desfavorables derivados de la variación en el valor estimado de las compensaciones ambientales, asociados a las licencias ambientales, permisos, autorizaciones, planes o instrumentos de manejo que hayan sido cedidos o se encuentren vigentes a la fecha de apertura del proceso licitatorio o a la fecha de aprobación de la factibilidad. | Privado | MB | A |
| | | | 3.2.2 | Los efectos favorables y/o desfavorables de cambios por decisiones del inversionista privado con respecto a las licencias, permisos, autorizaciones o planes o instrumentos de manejo ambiental luego de su aprobación inicial y durante la ejecución del proyecto, o cuando el inversionista decida de manera unilateral, iniciar alguno de los trámites mencionados. | Privado | MA | B |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|--------------------------|---|---------------------|---------------------|--|-----------------------|--------------|---------|
| | | 3.2.5 | 3.2.2 | Los efectos favorables y/o desfavorables derivados de los costos no previstos a la realización de obras no previstas en las especificaciones técnicas del respectivo contrato y que sean solicitadas por la entidad pública contratante en virtud de requerimientos efectuados por autoridades ambientales, fallo judicial en firme, posteriores a la expedición de licencias, permisos o instrumentos de manejo ambiental, o la expedición de la modificación de los mismos por causas no imputables al inversionista privado. | Público | MA | MA |
| SOCIAL Y CULTURAL | Efectos favorables o desfavorables de la gestión social con la comunidad, invasión de las áreas afectas al proyecto gestión de consultas previas, así como los efectos de la gestión y costos que se deriven de la protección e intervención de Bienes de Interés Cultural (BIC) necesarios para el proyecto. | 3.2.5 | | La entidad contratante podrá asumir parcialmente, el riesgo de los sobrecostos por las compensaciones ambientales y sociales asociadas con dichas licencias, permisos o autorizaciones, incluyendo los permisos para la utilización o la intervención en BIC: (i) siempre que considere que el inversionista privado no cuenta con herramientas o información suficiente para asumir dicho riesgo, o (ii) cuando la entidad contratante asuma la responsabilidad por la obtención de las licencias, permisos o autorizaciones para las intervenciones en BIC, así como el cumplimiento de las obligaciones que se deriven de las mismas. | Público-Privado | MB | MA |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|------|----------------|---------------------|---------------------|---|-----------------------|--------------|---------|
| | | | 3.2.3 | Los efectos favorables y/o desfavorables de las demoras y los costos en las gestiones derivadas de las socializaciones con la comunidad o grupos de interés, y las demoras en los costos en las gestiones derivados de los acuerdos de consulta previa protocolizados antes de la fecha de apertura del proceso licitatorio. | Privado | MA | A |
| | | | 3.2.3 | Los efectos que resulten en caso de que sea necesario adelantar nuevas consultas previas con comunidades, posteriores a la fecha de apertura del proceso licitatorio, o a la fecha de aprobación de la factibilidad. | Público | B | B |
| | | | 3.2.3 | El efecto de las variaciones en el valor estimado para la implementación de los acuerdos derivados de la consulta previa con las comunidades protocolizados antes de la fecha de apertura del proceso licitatorio o a la fecha de aprobación de la factibilidad del proyecto. | Privado | B | MB |
| | | | 3.2.3 | Los efectos de las variaciones en el valor estimado para la implementación de los acuerdos de los acuerdos de nuevas consultas previas con comunidades que deban adelantarse luego de la fecha de apertura del proceso licitatorio o la fecha de aprobación de la factibilidad del proyecto, siempre y cuando no sea por causas imputables al privado | Público | B | MB |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|------|----------------|---------------------------|---------------------------|--|--------------------------|--------------|---------|
| | | | 3.2.3 | Los efectos desfavorables correspondientes a pérdidas, daños, gastos, cargos o expensas con ocasión de la invasión de la infraestructura del proyecto por parte de terceros, en cualquiera de las etapas del proyecto, desde el momento en que éste reciba la infraestructura. | Privado | B | B |
| | | 3.2.5 | 3.2.3 | Los efectos favorables y/o desfavorables asociados con los costos y sobrecostos efectivos de la obtención y cumplimiento de los permisos para la utilización o para la intervención de Bienes de Interés Cultural (BIC), necesarios o asociados al proyecto. Cuando dichos permisos o autorizaciones sean previos a la apertura del proceso licitatorio o a la fecha de aprobación de la factibilidad. De manera similar, cuando el inversionista decida unilateralmente generar cambios a la licencia, permiso o autorización u obtener una nueva licencia, permiso o autorización, deberá asumir los costos y sobrecostos derivados de las mismas. | Privado | MB | MB |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|--------|--|-----------------------|---------------------|---|-----------------------|--------------|---------|
| | | | 3.2.3 | El efecto favorable o desfavorable de los costos y sobrecostos de la gestión y compensaciones asociados los permisos, licencia o autorización cuando la entidad concedente considere tener las herramientas o información suficiente para asumir el riesgo dada su demostrada experiencia para administrar el riesgo. | Público | B | MB |
| REDES | Gestión del traslado, intervención o protección de redes | Conpes 3760 Sección V | 3.2.4 | Los efectos favorables y/o desfavorables en la gestión con ocasión del traslado, intervención y/o protección de las redes. | Privado | MB | A |
| | Intervención, protección / Traslado de Redes | Conpes 3760 Sección V | 3.2.4 | Efectos favorables y/o desfavorables derivados del traslado, intervención, y/o reubicación de cualquier tipo de infraestructura para el transporte y suministro de servicios públicos, telecomunicaciones, hidrocarburos y, en general, de cualquier fluido o cable, o de protección de estas. | Público-Privado | MB | A |
| DISEÑO | Efectos favorables y desfavorables sobre los costos, plazos y cantidades de obra, derivados de la elaboración inicial, modificaciones o ajustes de los estudios y diseños del proyecto | 3.2.2 | 3.2.5 | Los efectos favorables y desfavorables sobre los costos, plazos y cantidades de obra, derivados de la elaboración inicial, modificaciones o ajustes de los estudios y diseños del proyecto, que deban realizarse para asegurar las especificaciones técnicas en las actividades e intervenciones a realizar por el inversionista privado, dadas las características del proyecto y la ejecución del contrato. | Privado | B | B |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|--------------|---|---------------------|---------------------|---|-----------------------|--------------|---------|
| | | | 3.2.5 | Los efectos favorables y desfavorables que resulten de los cambios en diseño que resulten de una decisión unilateral de la entidad contratante de modificar las especificaciones técnicas del contrato, por razones no imputables al privado. | Público | B | B |
| | | 3.2.2 | 3.2.5 | Efectos favorables y/o desfavorables derivados de los cambios en diseño que sean consecuencia de nuevas obras solicitadas por la autoridad ambiental o por la entidad concedente o por decisiones judiciales, posteriores a la expedición de licencias, permisos o instrumento de manejo ambiental requeridos para el desarrollo del proyecto. | Público | B | B |
| CONSTRUCCION | Efectos favorables o desfavorables en la estructura de costos y cronogramas que generen variaciones en las cantidades de obra, precios de mercado de los insumos y plazos para llevar a cabo las actividades de construcción y/o provisión y/o rehabilitación y/o mejoramiento de la infraestructura férrea y/o logística asociada. Lo anterior con el fin de cumplir con las especificaciones técnicas previstas para el proyecto. | 3.2.3 | 3.2.6 | Efectos favorables y/o desfavorables de las cantidades de obra: las actividades a realizar por el inversionista privado, con el objetivo de cumplir las especificaciones técnicas requeridas contractualmente, requieren mayores o menores cantidades de obra a las previstas inicialmente por este, incluyendo las asociadas a las condiciones geotécnicas del proyecto. | Privado | MB | A |
| | | 3.2.3 | 3.2.6 | Efectos favorables y/o desfavorables de los precios de los mercados de los insumos, incluye fluctuaciones positivas o negativas independientemente de su magnitud, bien sea en moneda local o extranjera. | Privado | MA | A |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|------|----------------|---------------------|---------------------|---|-----------------------|--------------|---------|
| | | 3.2.3 | 3.2.6 | Efectos favorables y/o desfavorables del desplazamiento en el plazo inicialmente pactado para culminar las intervenciones y su efecto en la retribución entre otros aspectos. | Privado | MA | MB |
| | | 3.2.3 | 3.2.6 | Efectos favorables y/o desfavorables en la disponibilidad y suministro de equipos y/o disposición de materiales de residuo necesarios para llevar a cabo las intervenciones y actividades de construcción, así como impactos en el costo y plazo para el suministro de elementos que se requieran para adelantar oportunamente la construcción. | Privado | MB | A |
| | | 3.2.3 | 3.2.6 | Efectos favorables y/o desfavorables en la consecución de licencias y permisos: obtención y cumplimiento de licencias, permisos o autorizaciones para llevar a cabo las actividades de construcción, diferentes a los estipulados en la sección Riesgo ambiental, social y cultural. Incluye la gestión y los costos asociados. | Privado | MB | MB |
| | | | 3.2.6 | Efectos favorables y/o desfavorables en la variación de valores pactados contractualmente que se generen durante la etapa de construcción y específicamente respecto de la entrega anticipada o tardía de infraestructura existente. | Privado | MB | MB |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|------|----------------|---------------------------|---------------------------|--|--------------------------|--------------|---------|
| | | | 3.2.6 | Efectos favorables y/o desfavorables de las condiciones de la entrega de la infraestructura correspondiente al proyecto, en el estado en que sea entregado por la entidad pública de acuerdo con los límites definidos contractualmente. | Privado | MB | MB |
| | | | 3.2.6 | Los Efectos favorables y/o desfavorables por variaciones en las especificaciones en la entrega de infraestructura por parte de la entidad concedente, en caso de que el privado deba intervenirla para alcanzar las especificaciones pertinentes. | Público | MB | MB |
| | | | 3.2.6 | Los efectos favorables y/o desfavorables en caso de obras de mayor complejidad técnica constructiva (túneles y/o viaductos ferroviarios). | Público-Privado | B | B |
| | | 3.2.3 | 3.2.6 | Efectos favorables o desfavorables en caso de que la entidad contratante se encargue de alguno de los componentes o se reserve la ejecución de partes de la infraestructura (o la encargue a un tercero), de manera que los elementos del sistema no queden bien integrados y/o produzcan retrasos en la construcción. | Público | B | MA |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|---------------------------|--|-----------------------|---------------------|---|-----------------------|--------------|---------|
| OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | Riesgo de operación y mantenimiento, de manera general hace referencia a los efectos favorables y/o desfavorables en la estructura de costos y cronogramas, generados por las variaciones en las cantidades, precios de mercado y cronogramas para llevar a cabo las obras de mantenimiento y las actividades de operación de la infraestructura férrea y/o del material rodante, durante la ejecución del proyecto. | 3.2.6 | 3.2.7 | Efectos favorables y/o desfavorables de las cantidades de obra para las intervenciones de mantenimiento: las mayores o menores cantidades de obra respecto a las previstas inicialmente por el inversionista privado, para cumplir las especificaciones técnicas, indicadores de disponibilidad, calidad y niveles de servicios pactados contractualmente, incluyendo las asociadas a las condiciones geotécnicas (suelo) en las que se desarrollará el proyecto. | Privado | MB | A |
| | | Conpes 3760 Sección V | 3.2.7 | Efectos favorables y/o desfavorables de los precios de los mercados de los insumos, incluye fluctuaciones positivas o negativas independientemente de su magnitud, bien sea en moneda local o extranjera. | Privado | B | MA |
| | | | 3.2.7 | Efectos favorables y/o desfavorables del desplazamiento en el plazo inicialmente pactado para culminar las actividades de operación y mantenimiento y su efecto en la retribución entre otros aspectos. | privado | B | B |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|------|----------------|---------------------|---------------------|---|-----------------------|--------------|---------|
| | | 3.2.6 | 3.2.7 | Efectos favorables y/o desfavorables en la disponibilidad y suministro de equipos y/o disposición de materiales de residuo necesarios para llevar a cabo las actividades de operación y mantenimiento, así como impactos en el costo y plazo para el suministro de elementos que se requieran para adelantar oportunamente la tanto las obras de mantenimiento como las actividades de operación. | privado | MB | A |
| | | 3.2.6 | 3.2.7 | Efectos favorables y/o desfavorables en la consecución de licencias y permisos, obtención y cumplimiento de licencias, permisos o autorizaciones para llevar a cabo las actividades de operación y mantenimiento, diferentes a los estipulados en la sección Riesgo ambiental, social y cultural. Incluye la gestión y los costos asociados. | Privado | MB | B |
| | | | 3.2.7 | Efectos favorables y/o desfavorables en la variación de valores pactados contractualmente que se generen durante la etapa de operación y mantenimiento y específicamente por la entrega anticipada o tardía de infraestructura existente. | Privado | MB | B |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|------|----------------|---------------------|---------------------|---|-----------------------|--------------|---------|
| | | | 3.2.7 | Efectos favorables y/o desfavorables de las condiciones de la entrega de la infraestructura correspondiente al proyecto, por la entidad pública de acuerdo con los límites definidos contractualmente. | Privado | MB | B |
| | | 3.2.6 | 3.2.7 | Los Efectos favorables y/o desfavorables de los demás factores asociados a las variaciones en los costos y plazos para dar cumplimiento a las obligaciones de Operación y Mantenimiento, con el objeto de cumplir con la disponibilidad de la infraestructura, los estándares de calidad y los niveles de servicios para la prestación del servicio a los usuarios. | Privado | MB | B |
| | | 3.2.6 | 3.2.7 | Los efectos favorables y/o desfavorables derivados de los cambios tecnológicos cuya implementación sea requerida por la entidad concedente que afecten de forma específica a este tipo de proyectos y que conlleven inversiones de adaptación. | Público-Privado | MB | B |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|-------------------------|---|-----------------------|---------------------|--|-----------------------|--------------|---------|
| | Interfase | 3.2.3 y 3.2.6 | Conpes 3961 | En los casos en que las actividades asociadas a la construcción de la infraestructura del proyecto férreo se encuentren integradas con la operación y puesta en marcha del proyecto férreo, se recomienda pactar una obligación en el contrato, en la cual el inversionista privado deberá asegurarse de que todos los componentes del proyecto sean compatibles y asumir todos los potenciales efectos de las interfaces técnicas a las que haya lugar. | Privado | B | B |
| | | | Conpes 4047 | Los efectos derivados de la no compatibilidad de los componentes del proyecto o potenciales efectos de las interfaces técnicas y a las que haya lugar, en los casos en que las actividades asociadas a la construcción y/o mejoramiento de la infraestructura del proyecto férreo no se encuentren integradas a la operación, puesta en marcha y mantenimiento del proyecto férreo. | Público | MB | MB |
| MATERIAL RODANTE | Efectos favorables y/o desfavorables en la estructura de costos y cronogramas, generados por las variaciones en las cantidades, precios | 3.2.3, 3.2.6 y 3.2.10 | 3.2.8 | Los efectos favorables y/o desfavorables asociados a los sobrecostos en el suministro, la instalación, el montaje y las pruebas y/o puesta en funcionamiento del material rodante incluyendo equipos y los sistemas férreos. | Privado | A | A |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|------|---|-----------------------|---------------------|---|-----------------------|--------------|---------|
| | de mercado y plazos requeridos para llevar a cabo las actividades de operación asociadas al material rodante para la prestación de servicios de transporte férreo de pasajero | 3.2.3, 3.2.6 y 3.2.10 | 3.2.8 | Los efectos favorables y/o desfavorables asociados a las demoras en los costos de los elementos como repuestos y partes necesarias para la puesta a punto del material rodante en condiciones de operación requeridas para transitar por las vías férreas de diferente especificación. | Privado | MB | MA |
| | | 3.2.3, 3.2.6 y 3.2.10 | 3.2.8 | Los efectos favorables y/o desfavorables asociados a las demoras en los tiempos de entrega de material rodante nuevo y/o repotenciado por parte de los fabricantes y/o vendedores y/o proveedores y las afectaciones que estas variaciones en las entregas de equipos generen en los tiempos de operación, explotación comercial y otras etapas o fases del proyecto. | Privado | MB | MA |
| | | 3.2.3, 3.2.6 y 3.2.10 | 3.2.8 | Los efectos favorables y/o desfavorables sobre los costos y plazos para la provisión, instalación y puesta en funcionamiento de los equipos del proyecto, incluyendo el material rodante para construcción y mantenimiento de la vía férrea. | Privado | MB | MA |
| | | | 3.2.8 | Los efectos favorables y/o desfavorables derivados de las condiciones del material rodante que se recibe de la entidad concedente y será usado para la construcción, mantenimiento y operación de la vía férrea, así como sus interfaces con los diferentes subsistemas ferroviarios. | Privado | MB | MA |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|-----------|--|-----------------------|---------------------|--|-----------------------|--------------|---------|
| | | 3.2.3, 3.2.6 y 3.2.10 | 3.2.8 | Los efectos favorables y/o desfavorables asociados a la variación de los costos por el cambio en las especificaciones técnicas del material rodante por circunstancias no imputables al inversionista privado. | Público | MB | MA |
| COMERCIAL | Los riesgos asociados al área comercial están relacionados con los eventos que afectan de manera directa los ingresos generados por el proyecto. | 3.2.1 | 3.2.9 | Ingresos Regulados: Variación en los ingresos por el uso de la infraestructura férrea. | Público-Privado | MB | MA |
| | | 3.2.1 | 3.2.9 | Otros ingresos por explotación comercial: Distintos de los ingresos regulados y de los derivados de la operación comercial. | Privado | B | MB |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|------|--|---------------------|---------------------|--|-----------------------|--------------|---------|
| | Efectos favorables y desfavorables sobre los ingresos generados por los proyectos derivados del recaudo efectivo de las tasas y cargos aplicables por el uso de la infraestructura | 3.2.1 | 3.2.9 | Los efectos desfavorables derivados de la evasión por parte de los Usuarios del Medio de Pago por: (i) fraude tecnológico o (ii) por deterioro, defectos o falta de mantenimiento de los Bienes de Recaudo que imposibiliten descargar el Medio de Pago, entendida ésta como el no pago de la Tarifa Usuario correspondiente por los Usuarios al utilizar el servicio de Transporte Masivo y, por ende, el reconocimiento de la Tarifa Contractual asociada con el viaje de dicho Usuario. | Privado | MB | B |
| | Variación en los ingresos de explotación comercial, diferentes a tarifas | 3.2.1 | 3.2.9 | el cual se encuentra a cargo del inversionista privado, entendiéndose que cuando se pacte una distribución de los ingresos por explotación comercial entre el inversionista privado y la entidad estatal, cada uno asumirá el aumento o reducción del ingreso en su respectiva proporción, sin que se entienda que la entidad contratante cubrirá los costos asociados a la generación de dicho ingreso | Privado | MB | B |
| | Evasión | 3.2.1 | | Se asigna al inversionista privado, bajo la premisa de que es quien se encuentra a cargo de la definición e instalación de las barreras físicas de acceso y de las demás medidas tendientes a evitar el acceso de pasajeros sin activación del medio de control de acceso. | Privado | MB | B |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|------|----------------------|---------------------------|---------------------------|--|--------------------------|--------------|---------|
| | | 3.2.1 | | Excepcionalmente, cuando la entidad contratante compruebe que se han implementado todas las condiciones de seguridad y las medidas de control, pero el comportamiento ciudadano, como consecuencia de una situación extraordinaria temporal (se entiende por situación extraordinaria: asonadas, disturbios, acciones en masa que puedan afectar la operación, entre otras), conlleve a altos niveles de evasión, este riesgo podrá ser compartido por la entidad contratante | Público-Privado | MB | MA |
| | Fraude | 3.2.1 | | Generalmente se asigna a quien se encuentre a cargo del recaudo de los ingresos del proyecto. Si el inversionista privado, dentro del alcance del contrato, se encuentra a cargo del recaudo de los ingresos, deberá asumir la eventual materialización del riesgo de fraude; por el contrario, si el recaudo del proyecto férreo se encuentra a cargo de un tercero diferente al inversionista privado del contrato, el riesgo quedará en cabeza de la entidad contratante, quien a su vez podrá transferirlo a su tercero contratista encargado de la función de recaudo | Público-Privado | B | MB |
| | Demanda de pasajeros | 3.2.1 | | Efectos favorables y desfavorables sobre los ingresos generados por el proyecto derivado del número real de pasajeros que utilicen el sistema de transporte férreo | Público-Privado | MA | A |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|--------------|--|---------------------|---------------------|--|-----------------------|--------------|---------|
| FINANCIACIÓN | Efectos favorables y desfavorables derivados de la no obtención de los montos de financiación requerida | 3.2.9 | 3.2.10 | No obtención de los montos requeridos para el financiamiento del proyecto (cierre financiero) | Privado | B | A |
| | Efectos favorables y desfavorables derivados de las condiciones de financiación, es decir, los costos efectivos de la consecución de la financiación necesaria para el proyecto, en términos de montos, plazos, intereses y comisiones | 3.2.9 | 3.2.10 | Alteración de las condiciones de financiación, es decir, los costos efectivos de la consecución de la financiación necesaria para el proyecto en los términos de montos, plazos, intereses y comisiones. | Privado | MB | B |
| | Efectos de la composición de las fuentes de financiación del inversionista privado; la variación del monto de financiación necesario para la ejecución del contrato y; los efectos favorables o desfavorables respecto de la liquidez en general | 3.2.9 | 3.2.10 | Alteración de la composición de las fuentes de financiación del inversionista privado | Privado | B | A |
| | Efectos de la variación de las de financiación | 3.2.9 | 3.2.10 | Variación del monto de la financiación necesaria para la ejecución del contrato o liquidez asociado a obligaciones a cargo del privado. | Privado | B | B |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|------------|---|---------------------|---------------------|--|-----------------------|--------------|---------|
| | Efectos de la insuficiencia en los recursos para la supervisión, coordinación y soporte contractual. | 3.2.9 | 3.2.10 | Insuficiencia de recursos para el pago de la interventoría, coordinación y soporte contractual, por razones no atribuibles al concesionario. | Público | MB | B |
| ECONÓMICOS | Efectos favorables y desfavorables derivados de la variación de los indicadores económicos colombianos o de los países de donde sea originario el inversionista privado o sus accionistas | 3.2.9 | 3.2.12 | Alteración de las condiciones macroeconómicas, en los indicadores económicos colombianos o de los países de donde sean originarios los integrantes del inversionista privado o sus accionistas o de los otros países que puedan afectar la economía colombiana o el desarrollo del proyecto. | Privado | MB | MA |
| | | 3.2.9 | 3.2.12 | Variaciones en la rentabilidad del proyecto, incluyendo, pero sin limitarse a variables como la Tasa Interna de Retorno (TIR), así como la obtención de las utilidades o el sufrimiento de pérdidas | Privado | B | MB |
| CAMBIARIO | Riesgos asociados a la exposición o cambios en los flujos debido a ingresos o erogaciones del proyecto que se encuentren denominados en divisas distintas del peso colombiano | 3.2.10 | 3.2.13 | Efectos favorables y/o desfavorables de la variación en el poder adquisitivo del peso colombiano o de cualquier otra moneda, con efectos en cualquier flujo del proyecto. | Privado | MB | MA |
| | | 3.2.1 | 3.2.13 | Se refiere a los efectos favorables o desfavorables derivados de una eventual variación de los flujos de un proyecto, debido a que sus ingresos y egresos están denominados o dependen del comportamiento de la tasa de cambio frente a monedas distintas al peso colombiano | Privado | MB | B |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|-------------|---|---------------------------|---------------------------|---|--------------------------|--------------|---------|
| REGULATORIA | Efectos favorables y desfavorables derivados de la variación del ordenamiento jurídico con posterioridad a la fecha de apertura del proceso licitatorio o posteriores a la fecha de aprobación de la factibilidad por parte de la entidad pública | 3.2.10 | 3.2.14 | Los efectos favorables y/o desfavorables derivados de las modificaciones o, en general, de cualquier cambio en la estructura tarifaria prevista para el proyecto en la resolución o acto administrativo aplicable. | Público | MB | MA |
| | | | 3.2.14 | Los efectos favorables y/o desfavorables derivados de las modificaciones o, en general, de cualquier cambio en la estructura tarifaria por decisiones unilaterales solicitados por el inversionista privado o imputables a este. | Privado | MB | B |
| | | 3.2.10 | 3.2.14 | Efectos favorables y /o desfavorables de cambios en la legislación tributaria, entendido como la imposición de tributos o la eliminación o variación de los existentes, respecto de los vigentes a la fecha de apertura del proceso licitatorio o a la fecha de aprobación de la factibilidad | Público-Privado | MB | MA |
| | | 3.2.10 | 3.2.14 | Efectos favorables y/o desfavorables derivados de los cambios en las especificaciones técnicas, derivados de cambios regulatorios que sean solicitados por la entidad concedente, por decisiones judiciales y por causas no imputables al privado. | Público | MB | MA |
| | | | 3.2.14 | Los riesgos que se deriven de cambios regulatorios diferentes a los indicados para este apartado | Privado | B | MB |

| ÁREA | TIPO DE RIESGO | Sección Conpes 3961 | Sección Conpes 4047 | OBSERVACIONES RESPECTO DE LA ASIGNACIÓN | ASIGNACIÓN DEL RIESGO | Probabilidad | Impacto |
|--------------|---|---------------------|---------------------|--|-----------------------|--------------|---------|
| FUERZA MAYOR | Eventos eximentes de responsabilidad corresponden a cualquier evento o circunstancia o combinación de eventos o circunstancias fuera del control razonable de la parte que lo invoca, que afecte en forma sustancial y adversa el cumplimiento de las obligaciones derivadas del contrato respectivo, respecto de las cuales se invoca; después de haber efectuado todos los actos razonablemente posibles para evitarlo. | 3.2.11 | 3.2.15 | Fuerza Mayor por Eventos Asegurables. Cuando el evento sea susceptible de ser asegurable, el inversionista privado deberá asumir los costos asociados con la reconstrucción de la infraestructura a su estado previo a la ocurrencia del evento eximente de responsabilidad. | Privado | MB | B |
| | Eventos eximentes de responsabilidad corresponden a cualquier evento o circunstancia o combinación de eventos o circunstancias fuera del control razonable de la parte que lo invoca, que afecte en forma sustancial y adversa el cumplimiento de las obligaciones derivadas del contrato respectivo, respecto de las cuales se invoca; después de haber efectuado todos los actos razonablemente posibles para evitarlo. | 3.2.11 | 3.2.15 | Ante la ocurrencia de eventos no asegurables, en condiciones razonables de mercado: la entidad contratante deberá asumir el daño emergente, entre los que se incluyen las reparaciones de la infraestructura, así como los costos ociosos de mayor permanencia de obra. En ningún caso se incluirá lucro cesante dentro de las compensaciones a cargo de la entidad contratante. | Público | MB | MA |

Tabla 19 Matriz de Riesgos Corredor del Sur.

Fuente: Consorcio Ardanuy Colombia
Instituto de Desarrollo Urbano

Una vez cualificada la matriz de riesgos para el proyecto Tren del Sur, se procedió a calcular el mapa de riesgos, encontrando la siguiente estructura: 33 riesgos estimados como bajos o medio bajos, 25 riesgos en área aceptable y 17 riesgos en área valorable.

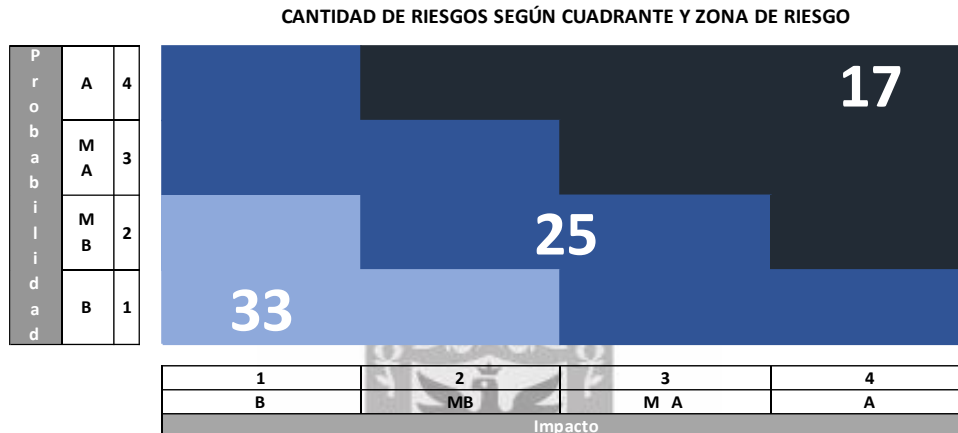


Figura 14 Mapa de Riesgos.



Fuente: Consorcio Ardanuy Colombia.

En el anexo 10.38, producto realizado para el componente de Riesgos, se encuentra en detalle la identificación, análisis y mitigación de los riesgos en cada una de las categorías señaladas anteriormente.



8.5 GESTIONES / TRÁMITES / NORMATIVAS Urbano

De acuerdo con los diferentes componentes del proyecto, se enlistan los tramites y/o gestiones requeridas para el desarrollo del proyecto en etapas futuras, los cuales deben ser tenidos en cuenta en la planificación de actividades.

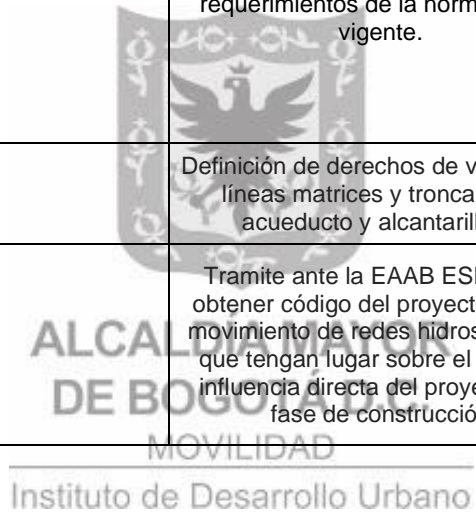
| ESPECIALIDAD | TRAMITE | PERMISO/ AUTORIZACION /LICENCIA | ENTIDAD |
|--------------|---|--|--|
| PATRIMONIO | PROTECCION PATRIMONIO MATERIAL - Colindancia con BICs del grupo urbano y arquitectónico del nivel 1 y 2 | Autorización de intervención de cualquier obra dentro de la zona de influencia del BIC de 100m a la redonda partiendo de los límites del predio. | ámbito nacional - Dirección de Patrimonio del Ministerio de Cultura |
| | | Autorización del área de intervención de cualquier obra en el entorno patrimonial del BIC nivel 1 a 100m redonda partiendo de los límites del predio. Autorización de intervención del área de protección del entorno patrimonial para el nivel 2 dentro del área visible del BIC. | ámbito distrital - Instituto Distrital de Patrimonio Cultural POT 555 de 2021 Subcapítulo II Estructura Integradora Patrimonios artículos 80 a 87. |
| | | Autorización de intervención de los BIC declarados en la Lista de Patrimonio Municipal. | ámbito municipal - Secretaría de Cultura del Municipio de Soacha |
| | PROTECCION DE LAS MANIFESTACIONES CULTURALES (equipamientos, sistemas cooperativos y redes socioeconómicas dedicadas a las actividades tradicionales y ancestrales) | Reconocimiento del Inventario de los entornos barriales con densidad patrimonial y el desarrollo territorial. | ámbito distrital - Instituto Distrital de Patrimonio Cultural |
| PREDIAL | Compra de predios | Autorización del propietario del terreno | Empresa Metro de Bogotá S.A |
| CONSTRUCCIÓN | Identificar las autoridades y organismos encargados de otorgar las licencias y permisos necesarios para la construcción del túnel. | Autorización del distrito | Empresa Metro de Bogotá S.A |
| | Obtener la licencia de construcción, que debe ser emitida por la autoridad local encargada de la planificación urbana y la construcción. | Permiso de construcción/ Licencia de construcción: | Curadurías urbanas |
| | | Permiso de uso de suelo/ | Secretaría de Planeación |



| | | |
|---|---|---|
|  Ardanuy CONSORCIO ARDANUY COLOMBIA | 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 BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO |
|---|---|---|

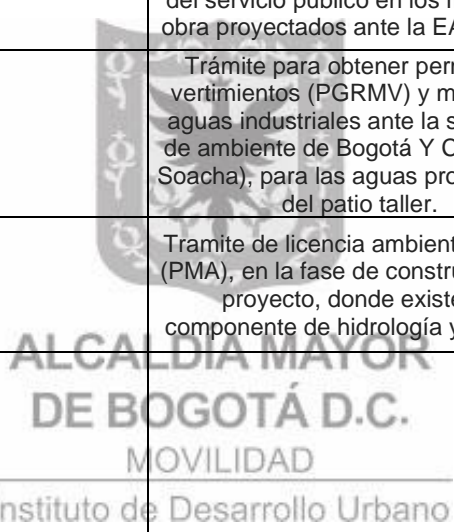
| | | | |
|--------------------|--|--|---|
| | Solicitar la licencia de uso de suelo, que debe ser emitida por la autoridad local encargada de la planificación urbana. | Autorización de la autoridad de planificación urbana/ Licencia de uso de suelo: | |
| | Solicitar la licencia de ocupación de vía pública, que debe ser emitida por la autoridad municipal correspondiente. | Permiso de ocupación de la vía pública: Licencia de ocupación de vía pública: | Secretaría de Movilidad |
| | Obtener el permiso de tráfico, que debe ser emitido por la autoridad encargada de la gestión del tráfico en la zona. | Permiso de tráfico | Secretaría de Movilidad |
| | Obtener el permiso de demolición, si se requiere la demolición de edificios o estructuras existentes. | Permiso de demolición: Permiso de demolición: | Dirección de Control Urbano y Espacio Público |
| | Obtener la licencia de seguridad, que debe ser emitida por la autoridad encargada de la gestión de la seguridad de la construcción y el uso posterior del túnel. | Permiso de seguridad: Autorización de la autoridad de seguridad: Licencia de seguridad: | Secretaría de Movilidad |
| ARQUEOLOGÍA | Permiso arqueológico | movimiento de rieles | Instituto Colombiano de Antropología e Historia |
| FINANCIERO | Financiamiento | | FDN |
| | | | Gobierno nacional de Colombia, |
| | | | Ministerio de transporte |
| | | | Findeter, |
| | | | Instituciones extranjeras |
| | | | ExportImport Banks |
| | Presentación de operación de crédito | Bancos multilaterales | |
| | Negociación contrato fuente de pago | Fiducia de fuente de pago | |
| SOCIAL | Grupos étnicos | Certificación de Presencia de grupos étnicos | Agencia Nacional de Tierras |



| | | |
|--|--|--|
|  <p>Ardanuy CONSORCIO ARDANUY COLOMBIA</p> | <p>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.</p> |  <p>ALCALDÍA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO</p> |
|--|--|--|


| | | | |
|----------------------|--|--|--|
| | | | |
| | | Procedencia o no de consulta previa | Subdirección técnica de Consulta Previa - DANCP, adscrita al Ministerio del Interior. |
| | | En caso de determinar la presencia de comunidades étnicas y recibir respuesta sobre la procedencia de consulta previa se deberá adelantar el proceso de acuerdo con los requerimientos de la normatividad vigente. | La responsabilidad para llevar a cabo procesos de Consulta Previa es compartida entre los representantes de los proyectos y el Ministerio del Interior. El Ministerio es responsable de la forma en que se desarrolla el proceso en cada caso particular y los representantes de cada uno de los proyectos son responsables de participar activamente durante el proceso de consulta previa y de proporcionar los recursos necesarios para cada proceso en particular. |
| REDES HUMEDAS | | Definición de derechos de vías de las líneas matrices y troncales de acueducto y alcantarillado | |
| | | Tramite ante la EAAB ESP, para obtener código del proyecto para el movimiento de redes hidrosanitarias que tengan lugar sobre el Área de influencia directa del proyecto e la fase de construcción | |





| | | |
|---|---|---|
|  Ardanuy CONSORCIO ARDANUY COLOMBIA | 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. |  ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO |
|---|---|---|

| | | | |
|--------------------|--|--|---|
| | | Cumplimiento de la Resolución 886 del 2021, por la cual se adopta el Reglamento de Intervenciones en la Infraestructura de la EAAB - ESP para el desarrollo de sistemas de transporte público masivo en la ciudad de Bogotá y municipios colindantes | |
| | | Trámite para obtener acometidas y suministro de agua para cada una de las estaciones a construir ante la EAAB ESP para obtener la Certificación de Viabilidad y Disponibilidad Inmediata de Servicios Públicos, en la fase de construcción | |
| | | Trámite para la Instalación temporal del servicio público en los frentes de obra proyectados ante la EAAB ESP. | |
| | | Trámite para obtener permiso de vertimientos (PGRMV) y manejo de aguas industriales ante la secretaria de ambiente de Bogotá Y CAR (para Soacha), para las aguas provenientes del patio taller. | |
| | | Trámite de licencia ambiental (EIA) y (PMA), en la fase de construcción del proyecto, donde existe un componente de hidrología y drenaje. | |
| REDES SECAS | Diseños  | | Ministerio de Energía y Minas |
| | | | Ministerio de Energía y Minas |
| | | | Ministerio de Energía y Minas |
| | | | Asociación Nacional de Protección contra el Fuego |

| | | |
|---|--|---|
|  Ardanuy CONSORCIO ARDANUY COLOMBIA | 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 BOGOTÁ D.C. Instituto DESARROLLO URBANO |
|---|--|---|

| | | | |
|------------------|----------|---|--|
| | | | Asociación Nacional de Protección contra el Fuego |
| | | | Ministerio de Energía y Minas |
| | | | Ministerio de Energía y Minas/CREG |
| | | | Ministerio de Energía y Minas |
| | | | Ministerio de las TIC |
| | | | Ministerio de las TIC |
| | | | TIA |
| | | | TIA |
| | |  <p>Permiso para mover redes secas</p> | Energía: ENEL Guía de trámites y solicitudes Enel Colombia Redes de Gas: Vanti Trámites y Términos de las actuaciones de los clientes frente a la distribuidora - Grupo Vanti Redes de Comunicaciones: ETB Claro Trámites en línea Movistar Contacto - Movistar Todas contactos directos con la entidad prestadora del servicio |
| AMBIENTAL | Forestal | Permiso de aprovechamiento forestal ante la Secretaría Distrital de Ambiente y CAR. | CAR/SDA |

| | | |
|---|---|--|
|  Ardanuy CONSORCIO ARDANUY COLOMBIA | 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 BOGOTÁ D.C. Instituto de Desarrollo Urbano |
|---|---|--|

| | | | |
|-------------|---|--|---------------------------------------|
| | Forestal | Implementación de diseños paisajísticos ante el Jardín Botánico José Celestino Mutis. | Jardín Botánico José Celestino Mutis. |
| | Forestal | Permiso de salvoconducto de movilización de madera ante la Secretaría Distrital de Ambiente. | SDA y CAR. |
| | Forestal | Permiso de endurecimiento de zonas verdes ante la Secretaría Distrital de Ambiente. | CAR/SDA |
| | Forestal | Permiso de actualización en el Sistema de información para la gestión del arbolado urbano para Bogotá (SIGAU). | SDA |
| RCD | RCD (Residuos de Construcción y Demolición) | Registro ante la SDA como gran generador de RCD | SDA |
| AGUA | Recurso Hidrico | Permiso de Ocupación de Cauce | CAR |
| | Recurso Hidrico | Solicitud permiso de vertimientos | CAR/SDA |

Tabla 20 Gestiones y/o trámites para etapas futuras.

9 CONCLUSIONES

- Como resultado de la etapa 3 del contrato, se determinó la alternativa 7 como el trazado óptimo para el desarrollo del objeto del presente contrato, el cual fue optimizado y profundizado durante la etapa 4 desde cada uno de los componentes requeridos.
- Como resultado de la etapa 4 del contrato, se concluyó que la alternativa 7 en metro pesado completamente subterráneo es la adecuada para el desarrollo del objeto de este contrato. Sin embargo, se recomienda en la siguiente etapa de factibilidad se profundice a este nivel la alternativa planteada en este contrato de prefactibilidad, teniendo en cuenta los nuevos planes de ordenamiento territorial que se aprueben tanto en la ciudad e Bogotá como en Soacha.
- El trazado propuesto logra conectar el centro de la ciudad de Bogotá con la ciudad de Soacha, a lo largo de un trazado que potencializará la zona de expansión de la localidad de Bosa y de Soacha, y permitirá a los habitantes de estas zonas del sur de Bogotá, tener una opción adicional a la de moverse por la congestionada Autopista Sur. Este trazado busca la conexión con otros servicios de transporte como lo son la primera línea del metro de Bogotá, Regiotram de Occidente y Transmilenio, lo que permitirá a los usuarios cambiar de sistemas de manera eficiente.
- Desde el componente de Ingeniería ferroviaria, se estudió y se determinó un consumo preliminar y aproximado que requeriría el sistema para su funcionamiento, el cual es 30MVA. Este fue trasladado a través de un comunicado a la Interventoría y al IDU para ser consultado con la empresa de servicio público Enel – Codensa y de esta manera conocer la disponibilidad de esta carga y los puntos de conexión a esta. A la fecha de entrega de este documento, no se recibió respuesta, por lo cual recomendamos profundizar este tema en la siguiente etapa de factibilidad, y de esta manera determinar posibles puntos de conexión.
- La integración de un sistema de transporte puede definirse como un enfoque global a través del cual los diferentes elementos que lo componen trabajan de forma conjunta para producir efectos acumulados positivos en el menor plazo posible, con el fin de ofrecer servicios de transporte más eficientes y fáciles de utilizar por los usuarios. Por lo anterior, se considera importante y oportuno revisar y evaluar en etapa de factibilidad la posibilidad de integración entre los diferentes sistemas de transporte establecidos en la ciudad de Bogotá. Esta línea del corredor férreo del sur se plantea dos estaciones en puntos estratégicos de conexión con la línea 1 de Metro de Bogotá y el Regiotram de Occidente, por lo tanto, su integración y articulación de manera óptima, permitirá las conexiones a los pasajeros y una operación eficiente.
- Llevar a cabo una integración eficiente no sólo necesita una cooperación suficiente entre las diferentes entidades involucradas, sino también un enfoque global de las diferentes dimensiones que componen el sistema. Aun cuando el consumidor perciba el sistema como un elemento único, estos elementos constituyen la clave para una integración exitosa. Por consiguiente, se recomienda tener en cuenta las

siguientes seis dimensiones los cuales son esenciales y forman parte de un sistema de transporte:

- El nivel institucional: ámbito normativo nacional, instituciones y empresas involucradas, poderes públicos.
 - Los aspectos financieros, y más precisamente la robustez del modelo económico: fuentes de financiamiento suficientes y sostenibles.
 - El tema tarifario: tarifas y sistema de recaudo(billeteaje).
 - Los aspectos operativos: conectividad, intermodalidad, información y Marketing.
 - La integración socio-urbana: congruencia urbanismo/transporte, uso de suelo y territorio.
 - Los aspectos socio-ambientales: impactos medioambientales, accesibilidad social, medidas de gestión de la demanda, movilidad sostenible.
- Se debe hacer una revisión detallada de los diseños urbanos y paisajísticos de las estaciones de la PMLMB que coinciden con las estaciones E-1 Santa Fe y E-5 San Eusebio del corredor de la alternativa seleccionada.
 - Debido a las limitaciones que se tuvieron en permisos de autorización de trabajo de campo e ingreso a predios, se recomienda en la siguiente etapa de factibilidad profundizar en dichas actividades de toma de información (redes secas e hidrosanitarias, geotecnia, topografía) para ser verificada y estudiada de acuerdo con las necesidades del proyecto.
 - Desde el componente predial, se identifica la afectación de 272 predios (226 de los inmuebles no hacen parte del espacio público y 46 se encuentran catalogados como parte del espacio público), para los cuales se estima un costo aproximado de 287,349,180,684.19 para su adquisición. Dado que el proyecto presenta la probabilidad de un 20% de la totalidad de predios en grados de complejidad medios y altos, lo cual puede traducirse en mayores tiempos para obtener las áreas requeridas por el proyecto, se recomienda que al iniciar la gestión predial se adelanten actividades preliminares de identificación de complejidades jurídicas para dar prioridad a los predios que requieran saneamiento ante terceros, pues generalmente estas actividades demandan ritmos diferentes al ritmo requerido por el proyecto
 - A nivel estructural se tendrá un túnel de aproximadamente 23 km, que se recomienda que sea construido con un grupo de dos tuneladoras con un rendimiento aproximado de 375 metros al mes. Se propone en este alcance de prefactibilidad, que el túnel tenga un diámetro de 7m.
 - Se tendrá un total de 18 estaciones, que se han clasificado como tipo 1, tipo 2 y las estaciones especiales. La totalidad de estaciones serán construidas con el método Top-Down. Este método se encuentra en auge para la construcción de túneles en el interior de los entornos urbanos pues requiere poca maquinaria especializada, poco más de la utilizada en la construcción convencional de sótanos. De esta forma, desde la superficie, se ejecutan las paredes del túnel cavando una zanja que se hormigona para formar muros pantalla o una hilera de pilotes.

- Es de señalar a manera de conclusión que los riesgos identificados en la matriz de riesgos están en línea con las recomendaciones de los documentos Conpes 3961 y 4047. El llevar a cabo el proyecto mediante un esquema de participación público-privada conllevaría la profundización de todos los componentes de estructuración integral del proyecto y calcular el comparador público privado con el fin de corroborar lo que ya se ha determinado desde la evaluación socioeconómica respecto de la viabilidad del proyecto, dada la alternativa seleccionada.
- El costo de inversión del proyecto es de un total de 25.922.061 millones de pesos colombianos, dichos valores son a precios constantes de febrero de 2023, esto incluyendo Costos directos, AIU, Gastos adiciones y factor de incertidumbre sobre los sistemas ferroviarios y sobre el resto de la inversión, considerando que aún se encuentra el proyecto en una etapa muy temprana.
- Los Costos de inversión están calculados dentro de una aproximación metodológica de aparente simplicidad tal como se practica en estas etapas de prefactibilidad, adoptando indicadores para la obtención del valor que se basan en la magnitud y tipología de las estructuras principales, se puede observar que, del Costo directo, las estaciones, infraestructura y sistemas ferroviarios, conforman el 88% del total.

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | VR. (COP) | VR. (MILLONES COP) | |
|------------------------------|----------------------------|-----------|----------------------|----------------|
| 1 | PRELIMINARES | | \$ 434,593 | 2.60% |
| 2 | INFRAESTRUCTURA | | \$ 2,069,700 | 12.39% |
| 3 | SUPERESTRUCTURA | | \$ 1,185,941 | 7.10% |
| 4 | ESTACIONES | | \$ 5,644,727 | 33.78% |
| 5 | INSTALACIONES FERROVIARIOS | | \$ 1,055,053 | 6.31% |
| 6 | SISTEMAS FERROVIARIOS | | \$ 5,830,480 | 34.89% |
| 7 | URBANISMO Y PAISAJISMO | | \$ 231,621 | 1.39% |
| 8 | OTROS | | \$ 257,104 | 1.54% |
| TOTAL COSTOS DIRECTOS | | | \$ 16,709,220 | 100.00% |

- El análisis del método constructivo a ser utilizado en el proyecto se refleja en el cronograma propuesto, donde se ha realizado una aproximación a 8 años, considerando que para la ejecución del túnel se requeriría un tiempo total de 83.5 meses (6.95 años). Para mayor detalle de este plan de trabajo, consultar el producto realizado por el Componente Presupuesto y cronograma, que se encuentra adjunto al presente informe en el anexo 10.35.
- De acuerdo al resultado técnico, y financiero del proyecto, es necesario llevar a un nivel más de detalle tal proyecto, que de los elementos de jurídico necesarios para poder evaluar su sostenibilidad y posible ejecución, de acuerdo a esos resultados financieros, que decanten un esquema jurídico acorde con ello.
- Es un proyecto que aún se encuentra en etapa de maduración, que requiere un avance de análisis tanto técnico, financiero como jurídico para poder definirse su viabilidad integral. En esto momentos si bien hay una viabilidad técnica totalmente ejecutable, debe revisarse a profundidad a la luz de un alcance más detallado de

las variables y análisis de demanda que soporten un estudio socioeconómico que refleje los resultados que detonarían este proyecto.

- Habida cuenta que este es un Proyecto cuyos ingresos menos costos y gastos no permiten la recuperación de la inversión, nos encontramos frente a una única salida que corresponde a un desarrollo de Proyecto bajo un esquema de obra pública, dado que sus características financieras no permitirían el apetito o vinculación de recursos de capital privados para el desarrollo de la inversión. De igual forma se menciona, que los escenarios planteados y presentados establecen un margen EBITDA del Proyecto que ronda el 20% y que debido a las depreciaciones del CAPEX resulta en un margen neto negativo. esta situación imposibilita la consecución del ya mencionado inversionista privado, por lo que los escenarios planteados asumen un 100% de participación de las vigencias futuras para la ejecución del Proyecto. Una particular alternativa consistiría en la división del Proyecto en una fase de inversión y en otra de operación, siendo el privado el que lleve a cabo la fase de operación, se recomienda que estas alternativas se estudien en una etapa posterior, de factibilidad, del Proyecto.
- Dados los resultados financieros, el enfoque de los costos no financiables tendrá que ser asumido por la parte interesada en el Gobierno y que no es viable para un tercero participar en la ejecución del Proyecto para su posterior recuperación vía tarifa.
- La TIR del Proyecto se encuentra por debajo del costo de capital ponderado (WACC), lo que indica que, para un inversionista privado, el Proyecto no resultaría atractivo en términos de rentabilidad. Esto sugiere que se requerirían otras fuentes de financiamiento o incentivos adicionales para atraer la inversión privada.
- Dado que los ingresos generados por el Proyecto no son suficientes para cubrir los costos y gastos y recuperar la inversión, se plantea la opción de desarrollar el Proyecto bajo un esquema de obra pública. Esto implica que los fondos públicos serían utilizados para financiar y mantener la viabilidad del Proyecto en lugar de depender únicamente de los ingresos generados.
- Considerando que el Proyecto muestra un EBITDA positivo en la operación, una alternativa a explorar sería dividir el Proyecto en una fase de inversión y una fase de operación. En esta propuesta, el sector privado estaría a cargo de la fase operativa, mientras que la inversión inicial sería financiada de manera pública. Sin embargo, se recomienda que estas alternativas se estudien más a fondo en una etapa posterior del Proyecto, durante el análisis de factibilidad.
- En caso de optar por una estructura de obra pública, es fundamental tener en cuenta que en todos los periodos el espacio fiscal disponible es insuficiente para cubrir todos los gastos de capital (CAPEX) según el cronograma de obra y desembolsos requeridos. Esto implica que los recursos financieros disponibles pueden ser limitados, lo cual requiere una planificación cuidadosa y una distribución prudente de los fondos. Además, desde una perspectiva financiera, se recomienda evitar destinar un porcentaje significativo de los recursos disponibles del Distrito en un solo Proyecto, con el fin de mitigar el riesgo financiero y promover la diversificación de inversiones.

10 ANEXOS

10.1 PRESENTACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE CORREDORES

10.2 ANÁLISIS DE TRANSPORTE

10.3 MATRIZ MULTICRITERIO SELECCIÓN DE LA ALTERNATIVA

10.4 PRODUCTO COMPONENTE TOPOGRAFÍA – ETAPA 3

10.5 PRODUCTO COMPONENTE GESTIÓN PREDIAL – ETAPA 3

10.6 PRODUCTO COMPONENTE DE TRANSPORTE – ETAPA 3

10.7 PRODUCTO COMPONENTE DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO – ETAPA 3

10.8 PRODUCTO COMPONENTE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL – ETAPA 3

10.9 PRODUCTO COMPONENTE URBANISMO – ETAPA 3

10.10 PRODUCTO COMPONENTE REDES HIDROSANITARIAS – ETAPA 3

10.11 PRODUCTO COMPONENTE REDES SECAS – ETAPA 3

10.12 PRODUCTO COMPONENTE ARQUEOLOGÍA – ETAPA 3

10.13 PRODUCTO COMPONENTE PATRIMONIO – ETAPA 3

10.14 PRODUCTO COMPONENTE ESTRUCTURAS – ETAPA 3

10.15 PRODUCTO COMPONENTE AMBIENTAL – ETAPA 3

10.16 PRODUCTO COMPONENTE GESTIÓN SOCIAL: DIÁLOGO CIUDADANO Y COMUNICACIÓN ESTRATÉGICA – ETAPA 3

10.17 PRODUCTO COMPONENTE PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA – ETAPA 3

10.18 PRODUCTO COMPONENTE LEGAL Y JURÍDICO – ETAPA 3

10.19 PRODUCTO COMPONENTE FINANCIERO – ETAPA 3

10.20 PRODUCTO COMPONENTE RIESGOS – ETAPA 3

10.21 MATRIZ MULTICRITERIO SELECCIÓN DE TRAZADO GEOMÉTRICO SOBRE
CORREDOR SELECCIONADO – ETAPA 4

10.22 PRODUCTO COMPONENTE TOPOGRAFÍA – ETAPA 4

10.23 PRODUCTO COMPONENTE GESTIÓN PREDIAL – ETAPA 4

10.24 PRODUCTO COMPONENTE DE TRANSPORTE – ETAPA 4

10.25 PRODUCTO COMPONENTE DISEÑO GEOMÉTRICO FÉRREO – ETAPA 4

10.26 PRODUCTO COMPONENTE DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL – ETAPA 4

10.27 PRODUCTO COMPONENTE URBANISMO – ETAPA 4

10.28 PRODUCTO COMPONENTE REDES HIDROSANITARIAS – ETAPA 4

10.29 PRODUCTO COMPONENTE REDES SECAS – ETAPA 4

10.30 PRODUCTO COMPONENTE ARQUEOLOGÍA – ETAPA 4

10.31 PRODUCTO COMPONENTE PATRIMONIO – ETAPA 4

10.32 PRODUCTO COMPONENTE ESTRUCTURAS – ETAPA 4

10.33 PRODUCTO COMPONENTE AMBIENTAL – ETAPA 4

10.34 PRODUCTO COMPONENTE GESTIÓN SOCIAL: DIÁLOGO CIUDADANO Y COMUNICACIÓN ESTRATÉGICA – ETAPA 4

10.35 PRODUCTO COMPONENTE PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA – ETAPA 4

10.36 PRODUCTO COMPONENTE LEGAL Y JURÍDICO – ETAPA 4

10.37 PRODUCTO COMPONENTE FINANCIERO Y EVALUACIÓN BENEFICIO / COSTO – ETAPA 4

10.38 PRODUCTO COMPONENTE RIESGOS – ETAPA 4

10.39 PRODUCTO COMPONENTE GEOTÉCNIA – ETAPA 4

10.40 PRODUCTO COMPONENTE INGENIERÍA FERROVIARIA – ETAPA 4

