



METRO BOGOTÁ

¡EL METRO HACE PARTE DE NUESTRA VIDA!

2. INTRODUCCIÓN



Localización



Infraestructura existente



Características del proyecto



RESUMEN EJECUTIVO



ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS



INTRODUCCIÓN



DESCRIPCIÓN DE PROYECTO



MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL



LÍNEA BASE



ZONIFICACIÓN AMBIENTAL



DEMANDAS, USO Y/O APROVECHAMIENTO



EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL



Medio Físico



Medio Socioeconómico



Medio Biótico



Área de influencia



Emisiones atmosféricas



Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad



Levantamiento de flora en veda



Evaluación de Impactos



Riesgos ambientales y sociales



Impactos acumulativos



Permiso de emisión de ruido en horario nocturno, dominical



Materiales de construcción



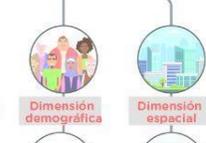
Residuos sólidos



Aprovechamiento forestal



Geología



Geomorfología



Dimensión demográfica



Dimensión espacial



Paisaje



Hidrología



Dimensión cultural



Dimensión Económica



Calidad del agua



Usos del agua



Dimensión Política-Organizativa



Bienes inmuebles y muebles declarados de interés cultural



Hidrogeología



Geotécnica



Flora en veda



Área de influencia Directa



Atmósfera



Aire



Ruido



Vibraciones



Dimensión Política-Organizativa



Arqueología



Fauna

Servicios ecosistémicos



ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL



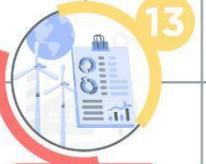
PLAN DE MANEJO AMBIENTAL



PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO



PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO



INFORME DE PARTICIPACIÓN



SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO



PLAN DE COMPENSACIÓN



PRESUPUESTO



CRONOGRAMA



CONCLUSIONES



BIBLIOGRAFÍA



OTROS



Reasentamiento



Partes





Contrato interadministrativo 136 de 2021
Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del
Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de
riesgos, técnico y financiero

Capítulo 2
Introducción

Documento No. L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-IN-001-VE

Elaborado por:



TABLA DE CONTENIDO

2. INTRODUCCIÓN	9
2.1. GRADO DE INCERTIDUMBRE EN LOS MÉTODOS DE RECOLECCIÓN, MECANISMOS , PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DEL PROYECTO.	18
2.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO	19
2.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL	20
2.3.1. Generales	20
2.3.2. Específicos	20
2.4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	22
2.4.1. Actividades sujeto de estudio	24
2.4.2. Etapas y fases del proyecto	26
2.5. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES	41
2.5.1. Justificación	41
2.5.2. Antecedentes	41
2.5.3. Lecciones aprendidas	53
2.5.4. Marco Legal e institucional	53
2.5.5. Instrumentos socioambientales durante la ejecución del proyecto	79
2.6. METODOLOGÍA	90
2.6.1. Caracterización ambiental	90
2.6.1.1. Área de Influencia	90
2.6.1.1.1. Definiciones.	90
2.6.1.1.2. Área de Influencia preliminar	92
2.6.1.1.2.1. Desarrollo Metodológico.	92
2.6.1.1.2.2. Identificación preliminar de impactos.	95
2.6.1.1.2.3. Taller de especialistas.	95
2.6.1.1.2.4. Resultados - Área de Influencia Preliminar Identificada	95
2.6.1.1.3. Área de influencia final	95
2.6.1.1.3.1. Desarrollo metodológico.	95
2.6.1.2. Medio Físico	96
2.6.1.2.1. Geología	96
2.6.1.2.2. Geomorfología	97
2.6.1.2.2.1. Análisis Multitemporal	97
2.6.1.2.2.2. Morfometría	98
2.6.1.2.2.3. Zonificación susceptibilidad ocurrencia de los fenómenos de erosión y remoción en masa	99

2.6.1.2.3. Suelos	100
2.6.1.2.4. Calidad del agua	100
2.6.1.2.5. Hidrología	112
2.6.1.2.6. Hidrogeología	113
2.6.1.2.6.1. Modelo Hidrogeológico Conceptual - MHC	114
2.6.1.2.6.2. Modelo hidrogeológico numérico - MHN	120
2.6.1.2.7. Usos y usuarios del agua	121
2.6.1.2.8. Geotecnia	121
2.6.1.2.9. Atmósfera	122
2.6.1.2.9.1. Meteorología	122
2.6.1.2.9.2. Calidad del aire	123
2.6.1.2.10. Paisaje	125
2.6.1.2.10.1. Calidad del ruido	126
2.6.1.2.11. Vibraciones	127
2.6.1.3. Medio Biótico	128
2.6.1.4. Medio Socioeconómico	130
2.6.1.4.1. Inventario social del comercio formal del Área de Influencia Directa	131
2.6.1.4.1.1. Instrumentos metodológicos	131
2.6.1.4.1.2. Desarrollo operativo de la estrategia	132
2.6.1.4.1.3. Recurso humano	132
2.6.1.4.1.4. Recursos físicos	132
2.6.1.4.2. Inventario social de las organizaciones sociales, mediante fichas territoriales AID	132
2.6.1.4.2.1. Instrumentos metodológicos	133
2.6.1.4.2.2. Recurso humano	133
2.6.1.4.2.3. Recursos físicos	133
2.6.1.4.3. Inventario de actores clave de la población del AID, mediante talleres por dimensión (demográfica, espacial, económica, cultural y político-organizativa).	133
2.6.1.4.3.1. Instrumentos metodológicos	136
2.6.1.4.3.2. Desarrollo operativo de la estrategia	136
2.6.1.4.3.3. Recurso de personal	136
2.6.1.4.3.4. Recursos físicos	137
2.6.1.4.4. Inventario de actores clave, mediante entrevistas	137
2.6.1.4.4.1. Instrumentos metodológicos	137
2.6.1.4.4.2. Recurso humano	137
2.6.1.4.4.3. Recursos físicos	138
2.6.1.4.5. Inventario social de la población a reasentar - unidades sociales y unidades económicas.	138

2.6.1.4.5.1. Instrumentos metodológicos	138
2.6.1.4.5.2. Desarrollo operativo de la estrategia	138
2.6.1.4.5.3. Recurso humano	140
2.6.1.4.5.4. Recursos físicos	140
2.6.1.4.6. Programa de arqueología preventiva	140
2.6.1.4.6.1. Instrumentos metodológicos	140
2.6.1.4.6.2. Desarrollo operativo de la estrategia	141
2.6.1.4.6.3. Recurso humano	142
2.6.1.4.6.4. Recursos físicos	142
2.6.2. Zonificación Ambiental	142
2.6.2.1. Áreas definidas para el análisis de la sensibilidad ambiental	143
2.6.2.2. Categorías de análisis de la sensibilidad ambiental	145
2.6.2.3. Procedimiento para zonificación ambiental - Metodología	146
2.6.2.3.1. Definición de los factores - atributos de zonificación.	147
2.6.2.3.2. Categorización de la sensibilidad	148
2.6.2.3.3. Superposición de información temática y obtención de planos intermedios.	149
2.6.2.3.4. Segunda superposición de mapas.	153
2.6.2.3.5. Taller de especialistas	155
2.6.2.3.6. Presentación de los resultados.	155
2.6.3. Demandas	156
2.6.3.1. Aguas superficiales y subterráneas.	156
2.6.3.2. Vertimientos	156
2.6.3.3. Ocupación de cauce	156
2.6.3.4. Aprovechamiento Forestal	157
2.6.3.5. Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad	157
2.6.3.6. Emisiones atmosféricas	157
2.6.3.7. Materiales de Construcción	157
2.6.3.8. Generación de RCD	157
2.6.3.9. Residuos Sólidos Convencionales.	158
2.6.4. Evaluación de Impactos	158
2.6.4.1. Identificación y evaluación de impactos	158
2.6.4.2. Riesgos	159
2.6.4.3. Impactos acumulativos	159
2.6.5. Zonificación de manejo	160
2.6.6. Plan de Manejo Ambiental y Social	162
2.6.7. Plan de Seguimiento y Monitoreo	166

2.6.8. Plan de Gestión del Riesgo	167
2.6.9. Lineamientos de participación	167
2.6.10. Seguridad y Salud en el Trabajo	167
2.6.11. Requisitos de las entidades multilaterales	168
2.6.12. Norma de desempeño sobre sostenibilidad ambiental y social del Banco Mundial BM	168
2.6.13. Normas de desempeño ambiental y social Corporación Financiera Internacional IFC	168
2.6.14. Marco de protección Ambiental y Social (MPAS) - Estándares de Desempeño Socio Ambiental del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)	169
2.6.15. "Plan de acción de la biodiversidad" o "Plan de Manejo de la biodiversidad"	170
2.7. PROFESIONALES	170

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización proyecto L2MB

Figura 2..Estructura participantes proyecto L2MB

Figura 3. Proyecto de Expansión Priorizado

Figura 4. Relación de estudios realizados proyecto Metro de Bogotá

Figura 5. Esquema de definición de áreas de influencia

Figura 6. Plazo del contrato

Figura 7. Esquema metodológico MHC

Figura 8. Balance hídrico del proyecto

Figura 9. Metodología GOD Para Evaluar el Índice de Vulnerabilidad de Contaminación de los Acuíferos

Figura 10. Variables temáticas involucradas en el geoprocesamiento metodológico GOD

Figura 11. Rango de clasificación de la sensibilidad ambiental

Figura 12. Algebra de mapas

Figura 13. Ejemplo obtención de la sensibilidad ambiental en el territorio del área de influencia del proyecto

Figura 14. Explicación gráfica de la superposición de información de sensibilidad

Figura 15. Migración de atributos desde la zonificación ambiental a la zonificación de manejo

Figura 16. Migración de atributos desde la zonificación ambiental hacia Áreas de Exclusión en la zonificación de manejo

Figura 17. Migración de atributos desde la zonificación ambiental hacia Áreas de Intervención con restricciones en la zonificación de manejo

Figura 18. Migración de atributos desde la zonificación ambiental hacia categoría de intervención en la zonificación de manejo

Figura 19. Jerarquía de mitigación de los planes de manejo

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Relación de entregables ET-05 (EIAS), con referencia a productos asociados a la estructuración integral del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero (DISEÑOS) y los estándares ambientales y sociales del Banco Mundial.

Tabla 2. Distancias por tipología constructiva

Tabla 3. Actividades objeto de evaluación ambiental y social - escenario sin proyecto

Tabla 4. Actividades objeto de evaluación ambiental y social - escenario con proyecto

Tabla 5. Actividades del proyecto

Tabla 6. Características generales de las alternativas analizadas

Tabla 7. Alternativas evaluadas en la Fase 2 para la selección de la alternativa de mejor desempeño

Tabla 8. Criterios socioambientales - alternativas

Tabla 9. Análisis de Brechas

Tabla 10. Instrumentos socioambientales

Tabla 11. Actividades para el análisis de impactos del proyecto

Tabla 12. Categorización de las pendientes del terreno

Tabla 13. Parámetros a analizar.

Tabla 14. Clasificación del índice de Langelier

Tabla 15. Clasificación de los cuerpos de agua según su alcalinidad total.

Tabla 16. Variables y ponderación para el caso de 5 variables

Tabla 17. Variables y ponderación para el caso de 6 variables

Tabla 18.. Ecuaciones para cálculo del Índice utilizado en el ICA

Tabla 19. Calificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA

Tabla 20. IACAL DBO

Tabla 21. IACAL diferencia entre DBO y DQO

Tabla 22. IACAL sólidos suspendidos totales

Tabla 23. IACAL nitrógeno total

Tabla 24. IACAL fósforo total.

Tabla 25. Contaminación del agua según los valores de índices ICO

Tabla 26. Ecuaciones para el cálculo del ICOMO

Tabla 27. Ecuaciones para el cálculo del ICOMI

Tabla 28. Ecuaciones para el cálculo del ICOSUS

Tabla 29. Ecuaciones para el cálculo del ICOpH

Tabla 30. Clasificación de índice ICOTRO

Tabla 31. Periodo común de los parámetros climáticos a analizar

Tabla 32. Ejemplos de definición de factores – atributos por unidad de zonificación

Tabla 33. Categorías de sensibilidad establecida en la Zonificación Ambiental

Tabla 34. Ejemplo de determinación de categorías de sensibilidad para los factores – atributos definidos

Tabla 35. Matriz de superposición para obtención de zonificación

Tabla 36. Cantidades de excavación y demolición

Tabla 37. Contenido de las fichas de manejo

Tabla 38. Contenido ficha de seguimiento y monitoreo a los planes de manejo

Tabla 39. Equipo de trabajo para la elaboración del EIAS

LISTA DE ANEXOS

Anexo 2-1 Metodología para la identificación y evaluación de impactos

Anexo 2-2 Lecciones aprendidas PLMB

Anexo 2-3 Análisis brechas EAS vs Noma_L2MB

2. INTRODUCCIÓN

El presente documento pretende presentar el Estudio de Impacto Ambiental y Social a la Empresa Metro de Bogotá (en adelante EMB) a través de la Financiera de Desarrollo Nacional (en adelante FDN) la información de soporte técnico ambiental y social, de acuerdo con los Términos de Referencia (ET05 - Estudio de impacto ambiental y social -EIAS-) en el marco de la Convocatoria pública FDN – VE – CP – 07 - 2021 expedidos para la FD, teniendo en cuenta el i) Marco Ambiental y Social del Banco Mundial (2016), ii) Marco de Política Ambiental y Social del BID (2020), iii) Normas Medio Ambientales y Sociales del BEI (2022) y iv) Normas de Desempeño de la IFC (2012).

Los objetivos y términos aquí presentados son desarrollados en los capítulos que conforman el EIAS y que se enuncian a continuación:

- Capítulo 0. Resumen ejecutivo: contiene una síntesis del Proyecto, las características relevantes del área de influencia, las obras y actividades a ejecutar durante el Proyecto, el método de evaluación ambiental y social seleccionado, la jerarquización y cuantificación de los impactos ambientales y sociales significativos, la zonificación ambiental y de manejo, y de las necesidades de aprovechamiento de recursos con sus características principales y los espacios de participación desarrollados.
- Capítulo 1. Análisis de alternativas: Incluye el análisis previo, desarrollado en la prefactibilidad del proyecto, en donde se establecieron los criterios base para la evaluación Multicriterio de Alternativas (Entregable 2) Capítulo 4, elaborado por Egis (2020) para el FDN, definiendo la alternativa de mejor desempeño.
- Capítulo 2. Introducción: Se presentaron los aspectos relacionados con el tipo de proyecto, localización, justificación, y etapas preoperativa y operativa. Se especificaron los mecanismos, procedimientos y métodos de recolección, procesamiento y análisis de la información, grado de incertidumbre de la misma, así como las fechas durante las cuales se llevaron a cabo los estudios de cada uno de los componentes.
- Capítulo 3. Descripción del proyecto: se presenta de manera resumida la localización, Características del proyecto, Infraestructura existente, Diseño del proyecto en cada uno de los componentes, Etapas y Fases (actividades a ejecutar) del Proyecto e infraestructura asociada entre otros aspectos.
- Capítulo 4. Marco Legal: Se incluye una descripción de todos los requisitos legales ambientales, sociales y de seguridad y salud en el trabajo que están directamente relacionados con el Proyecto en todos los niveles (nacional, departamental, distrital e internacional asociado a la banca multilateral).
- Capítulo 5. Caracterización del área de influencia (Área de influencia, Medio abiótico, biótico y socioeconómico): Se delimitaron y definieron las áreas de influencia del Proyecto con base en una identificación de los impactos y riesgos que puedan generarse durante el Proyecto. Las áreas de influencia incluyen caracterización para los medios abiótico, biótico y socioeconómico.
- Capítulo 6. Zonificación ambiental: Con base en la información de la caracterización ambiental y social de las áreas de influencia y la normatividad vigente, se presenta un análisis integral de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, con la zonificación ambiental y social, a partir de la sensibilidad ambiental y social del área, en su condición sin Proyecto, considerando los componentes y dimensiones que podrían ser objeto de una posible afectación.
- Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales: se presenta una relación de los recursos naturales que demandará el Proyecto y que serán utilizados, aprovechados o afectados durante el mismo, incluyendo los que requieran o no permisos, concesiones o autorizaciones.
- Capítulo 8. Evaluación ambiental y social (escenario sin proyecto y con proyecto): Se desarrolló un capítulo que incluye evaluación ambiental y social, impactos acumulativos y riesgos ambientales y sociales.
- Capítulo 9. Zonificación de manejo ambiental del proyecto: Incluye la zonificación a partir de la zonificación ambiental y social y teniendo en cuenta la evaluación de impactos.
- Capítulo 10. Planes y programas: Se formularon todos los programas que dan respuesta o manejos a los impactos y riesgos ambientales y sociales, incluyen las acciones a desarrollar y medidas necesarias para para la prevención, control, corrección, mitigación, compensación en las etapas preoperativa y operativa del Proyecto.
- Capítulo 11. Planes de seguimiento y monitoreo: se formularon planes de Monitoreo y Seguimiento orientados a vigilar y verificar el comportamiento y efectividad de los planes y programas del Plan de Manejo Ambiental y

Social identificando potenciales oportunidades de mejora en el desarrollo del Proyecto, que permitan la aplicación de los ajustes a los que haya lugar.

- Capítulo 12 Plan de Riesgos y Contingencia: Se elaboró el Plan de Gestión de Riesgo de Desastres, según los lineamientos establecidos en el Decreto 2157 de 2017 y la Ley 1523 de 2012, que incluye el análisis y valoración de los riesgos derivados de amenazas de origen natural, antrópico, socio-natural y operacional. Incluye todos los componentes de atención de respuesta de emergencias, contingencias, teniendo en cuenta las actividades a ejecutar para el Proyecto.
- Capítulo 13. Lineamientos de participación: Este capítulo recopila la información con que sensibilizó a la población sobre los beneficios del proyecto, presentando información, observaciones y comentarios del proyecto, mostrando la participación de la comunidad.
- Capítulo 14. Seguridad y Salud en el Trabajo (SST): se elaboró un el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), el cual incluye la forma que sirva al contratista de obra en la ejecución del proyecto.
- Capítulo 15 Plan de Compensación: Las compensaciones del medio biótico se enmarcan bajo la Política para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) a nivel nacional, la cual, plantea una “Estrategia nacional de compensaciones ambientales del componente biótico”, que se encarga de aplicar la jerarquía de la mitigación sobre ecosistemas impactados de forma negativa. En el caso de este proyecto, las compensaciones se basan en una demanda de recursos naturales (véase en el Capítulo 7. Uso de recursos naturales) realizada específicamente en el área del patio taller y, por lo tanto, provocan alteraciones sobre los ecosistemas
- Capítulo 16 Presupuesto: se elaboró el presupuesto del Estudio de Impacto Ambiental y Social para la construcción de la L2MB y su infraestructura asociada, incluye costos por componente, tipo e informe con el análisis del presupuesto.
- Capítulo 17 Cronograma: se presentó un cronograma en Project, con la programación de las medidas de carácter ambiental y social del Plan de Manejo Ambiental y Social (PMAS), del Plan de Seguimiento y Monitoreo teniendo en cuenta el cronograma de obras del proyecto
- Capítulo 18 Conclusiones: se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos de la caracterización de la línea base y de los impactos ambientales y sociales más significativos y los riesgos relacionados con la ejecución del Proyecto en sus diferentes etapas.
- Capítulo 19 Bibliografía.

A continuación, se referencian los entregables con los cuales se complementa la información del Estudio de Impacto Ambiental y Social.



Tabla 1. Relación de entregables ET-05 (EIAS), con referencia a productos asociados a la estructuración integral del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero (DISEÑOS) y los estándares ambientales y sociales del Banco Mundial.

Capítulos ET- 05 EIAS L2MB	Referencia de Productos Asociados con el EIAS (Estructuración - Diseños)	Estándares ambientales y sociales Banco Mundial
0. RESUMEN EJECUTIVO	Contrato interadministrativo 136 de 2021. Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero.	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
		2: Trabajo y Condiciones Laborales

Capítulos ET- 05 EIAS L2MB	Referencia de Productos Asociados con el EIAS (Estructuración - Diseños)	Estándares ambientales y sociales Banco Mundial
	<p>ET-08. Urbanismo y paisajismo</p> <p>ET-10. Geotecnia y pavimentos</p> <p>ET-19. Patios y Talleres</p> <p>ET-24. Proyecto túnel</p> <p>ET-25. Estaciones y edificios</p>	<p>3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.</p> <p>4: Salud y Seguridad de la Comunidad</p> <p>5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.</p> <p>6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos</p> <p>7: Pueblos Indígenas/Comunidades Locales Tradicionales Históricamente Desatendidas de África Subsahariana (N.A)</p> <p>8: Patrimonio Cultural</p> <p>10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información</p>
1. ALTERNATIVAS	<p>Anexo 1-1 Evaluación Multicriterio de Alternativas (Entregable 2) Capítulo 4, elaborado por Egis (2020) para el FDN, en la etapa de prefactibilidad.</p>	<p>1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales</p> <p>5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.</p> <p>6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos</p>
2.INTRODUCCIÓN	<p>Contrato interadministrativo 136 de 2021 - Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero.</p>	<p>1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales</p>

Capítulos ET- 05 EIAS L2MB	Referencia de Productos Asociados con el EIAS (Estructuración - Diseños)	Estándares ambientales y sociales Banco Mundial
	<p>ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ. 2018.</p> <p>ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)</p>	<p>2: Trabajo y Condiciones Laborales</p> <p>3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.</p> <p>4: Salud y Seguridad de la Comunidad</p> <p>5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.</p> <p>6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos</p> <p>7: Pueblos Indígenas/Comunidades Locales Tradicionales Históricamente Desatendidas de África Subsahariana (N.A)</p> <p>8: Patrimonio Cultural</p> <p>10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información</p>
<p>3. DESCRIPCIÓN DE PROYECTOS</p>	<p>ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)</p> <p>ET-06. Estudios Topográficos</p> <p>ET-08. Urbanismo y paisajismo</p> <p>ET-10. Geotecnia y pavimentos</p> <p>ET-19. Patios y Talleres</p> <p>ET-20. Diseño geométrico férreo</p> <p>ET-24. Proyecto túnel</p>	<p>1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales</p> <p>3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.</p> <p>4: Salud y Seguridad de la Comunidad</p> <p>6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos</p> <p>8: Patrimonio Cultural</p>

Capítulos ET- 05 EIAS L2MB	Referencia de Productos Asociados con el EIAS (Estructuración - Diseños)	Estándares ambientales y sociales Banco Mundial
	ET-25. Estaciones y edificios	5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
4. MARCO LEGAL	Contrato interadministrativo 136 de 2021 - Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
		2: Trabajo y Condiciones Laborales
		3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
		4: Salud y Seguridad de la Comunidad
		5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
		6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
		7: Pueblos Indígenas/Comunidades Locales Tradicionales Históricamente Desatendidas de África Subsahariana (N.A)
		8: Patrimonio Cultural
5. CARACTERIZACION DEL AREA DE INFLUENCIA	ET-06. Estudios Topográficos	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
	ET-08. Urbanismo y paisajismo	
	ET-10. Geotecnia y pavimentos	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-19. Patios y Talleres	
	ET-20. Diseño geométrico férreo	

Capítulos ET- 05 EIAS L2MB	Referencia de Productos Asociados con el EIAS (Estructuración - Diseños)	Estándares ambientales y sociales Banco Mundial
	ET-24. Proyecto túnel	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-25. Estaciones y edificios	
	ET-22. Superestructura de vía	7: Pueblos Indígenas/Comunidades Locales Tradicionales Históricamente Desatendidas de África Subsahariana (N.A)
	ET-04. Predial	
	ET-03. Movilidad	
	ET-09. Redes de servicios	8: Patrimonio Cultural
ET-11. Estructuras		
6.ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	ET-06. Estudios Topográficos	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
	ET-08. Urbanismo y paisajismo	
	ET-10. Geotecnia y pavimentos	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-19. Patios y Talleres	
	ET-20. Diseño geométrico férreo	
	ET-24. Proyecto túnel	
ET-25. Estaciones y edificios	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales	
7. DEMANDAS	ET-08. Urbanismo y paisajismo	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
	ET-19. Patios y Talleres	
	ET-20. Diseño geométrico férreo	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-24. Proyecto túnel	
	ET-25. Estaciones y edificios	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-09. Redes de servicios	
8. EVALUACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL	T-06. Estudios Topográficos	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-08. Urbanismo y paisajismo	

Capítulos ET- 05 EIAS L2MB	Referencia de Productos Asociados con el EIAS (Estructuración - Diseños)	Estándares ambientales y sociales Banco Mundial
	ET-10. Geotecnia y pavimentos	5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
	ET-19. Patios y Talleres	
	ET-20. Diseño geométrico férreo	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
	ET-24. Proyecto túnel	
	ET-25. Estaciones y edificios	8: Patrimonio Cultural
ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)		
9. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	ET-06. Estudios Topográficos	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-08. Urbanismo y paisajismo	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
	ET-10. Geotecnia y pavimentos	
	ET-19. Patios y Talleres	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-20. Diseño geométrico férreo	
	ET-24. Proyecto túnel	
ET-25. Estaciones y edificios		
10. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 11. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO 12. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO	ET-08. Urbanismo y paisajismo	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-19. Patios y Talleres	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-20. Diseño geométrico férreo	
	ET-24. Proyecto túnel	4: Salud y Seguridad de la Comunidad
	ET-25. Estaciones y edificios	5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
	ET-11. Estructuras	
	ET-22. Superestructura de vía	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
	ET-10. Geotecnia y pavimentos	

Capítulos ET- 05 EIAS L2MB	Referencia de Productos Asociados con el EIAS (Estructuración - Diseños)	Estándares ambientales y sociales Banco Mundial
	ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	8: Patrimonio Cultural 10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información
13. PARTICIPACION CIUDADANA	ET-08. Urbanismo y paisajismo	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-04. Predial	
	ET-03. Movilidad	4: Salud y Seguridad de la Comunidad
	ET-09. Redes de servicios	5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
	ET-11. Estructuras	7: Pueblos Indígenas/Comunidades Locales Tradicionales Históricamente Desatendidas de África Subsahariana (N.A)
	ET-19. Patios y Talleres	
	ET-20. Diseño geométrico férreo	
	ET-24. Proyecto túnel	
	ET-25. Estaciones y edificios	10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información
	ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	
14. SST	ET-08. Urbanismo y paisajismo	
	ET-19. Patios y Talleres	
	ET-20. Diseño geométrico férreo	
	ET-24. Proyecto túnel	
	ET-25. Estaciones y edificios	2: Trabajo y Condiciones Laborales
	ET-11. Estructuras	
	ET-22. Superestructura de vía	
	ET-10. Geotecnia y pavimento	
	ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	

Capítulos ET- 05 EIAS L2MB	Referencia de Productos Asociados con el EIAS (Estructuración - Diseños)	Estándares ambientales y sociales Banco Mundial
15. PLAN DE COMPENSACIÓN	ET-08. Urbanismo y paisajismo	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-19. Patios y Talleres	
	ET-20. Diseño geométrico férreo	3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-24. Proyecto túnel	
	ET-25. Estaciones y edificios	
16. PRESUPUESTO 17. CRONOGRAMA		1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
		2: Trabajo y Condiciones Laborales
		3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
	ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	4: Salud y Seguridad de la Comunidad
	ET-26. CapEx	5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
	ET-27. Programa de obra y flujo de inversiones	
	ET-28. OpEx	6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
		8: Patrimonio Cultural
	10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información	
18. CONCLUSIONES	ET-05. Estudio de impacto ambiental y social (EIAS)	1. Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales
	ET-29 Beneficio costo	2: Trabajo y Condiciones Laborales

Capítulos ET- 05 EIAS L2MB	Referencia de Productos Asociados con el EIAS (Estructuración - Diseños)	Estándares ambientales y sociales Banco Mundial
		3: Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación.
		4: Salud y Seguridad de la Comunidad
		5. Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario.
		6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos
		7: Pueblos Indígenas/Comunidades Locales Tradicionales Históricamente Desatendidas de África Subsahariana (N.A)
		8: Patrimonio Cultural
		10: Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información

Fuente. UT MOVIUS 2022

2.1. GRADO DE INCERTIDUMBRE EN LOS MÉTODOS DE RECOLECCIÓN, MECANISMOS, PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DEL PROYECTO.

El grado de incertidumbre en la recolección, procesamiento y análisis de la información para la elaboración del EIAS, se disminuyó, teniendo en cuenta entre otros, la utilización de la Metodología General para la elaboración y presentación de estudios ambientales del año 2020, contribuyendo a la reducción de la incertidumbre en el estudio, al determinar la importancia del impacto a través del análisis de relaciones de causalidad, evitando utilizar atributos en la etapa de evaluación disminuyendo la subjetividad, además de contemplar de forma rigurosa las políticas de salvaguardas de la banca multilateral en el análisis del proyecto con visión internacional. También la utilización de software licenciado ayudo en la toma de decisiones, las matrices de evaluación de impactos utilizando metodología comprobadas con la autoridad ambiental en el país, así como la evaluación de impactos acumulativos utilizada por el Banco Mundial, genera menor incertidumbre en la elaboración del estudio.

- En cuanto al Componente Abiótico, específicamente a lo referente al Monitoreo Calidad de Aire, Ruido Ambiental, Monitoreo fisicoquímico e hidrobiológicos de los cuerpos de Agua superficiales y subterráneos, este fue adelantado por la empresa AMBIENCIQ, las cuales, por ser una medición física y debido a las calibraciones certificadas de los equipos de monitoreo, las cuales no fueron afectadas por condiciones externas, se considera

que el nivel de incertidumbre es el reportado en los mismos certificados de calibración de los equipos. Dando como resultado un nivel de incertidumbre bajo.

- En el medio biótico, el reconocimiento del área de estudio y la obtención de información primaria en el área de intervención del proyecto y en el área de influencia biótica mediante los muestreos de vegetación, fauna e hidrobiología sustenta con suficiencia los resultados y análisis de la caracterización de estos componentes bióticos estableciéndose un nivel bajo de incertidumbre. Con respecto al desarrollo realizado del inventario forestal al 100% y los muestreos de flora en veda asociada a los individuos arbóreos y las coberturas vegetales existentes en el área de intervención del proyecto, el nivel de incertidumbre es de medio, debido a que no hubo permiso de ingreso en el predio sur del patio taller, durante el tiempo establecido para la elaboración de los estudios en la etapa de factibilidad. El nivel de incertidumbre se reducirá a bajo, cuando se complemente la información del censo forestal y los muestreos de flora en veda en el patio taller, información a ser obtenida a nivel de los estudios y diseños del proyecto L2MB, para la solicitud de los respectivos permisos de aprovechamiento forestal y levantamiento temporal de flora en veda ante la autoridad ambiental.
- En el medio socioeconómico la obtención de información de información se realizó a través la aplicación de diferentes instrumentos y en escenarios de talleres y reuniones con la población del área de influencia, tanto residentes como comerciantes, líderes y comunidad en general, esta información corresponden a la percepción y conocimiento de las comunidades, no obstante la misma fue complementada y articulada con fuentes oficiales a fin de contar con una línea base que dé cuenta de las condiciones socioeconómicas culturales actuales de las áreas por las que el proyecto se desarrollará. Con respecto a la información de ocupantes del Espacios Público la consecución de la misma presentó cierta dificultad en su obtención, debido a que debe ser solicitada al Instituto Para la Economía Social IPES, entidad que emitió información de las localidades y no del área de influencia. Así mismo para el caso de la Plaza de Mercado 12 de Octubre en las siguientes etapas será necesario adelantar la caracterización de los locatarios o arrendatarios a fin de conocer las condiciones y su inclusión en los planes de manejo, debido a que el IPES indicó que no considera oportuno realizar acercamientos con los locatarios en este momento.
- En la evaluación ambiental y social se analizó la incertidumbre acerca de la magnitud y/o el alcance de algún impacto del desarrollo del proyecto sobre el ambiente, su valoración se basó en el escenario más crítico, empleando para este caso las modelizaciones que permitan justificar los resultados incluidos en el estudio.

Asimismo, se presentan los profesionales que hicieron parte del equipo que participó en la elaboración del estudio, especificando sus disciplinas y tiempo de experiencia en los temas relacionados.

Con respecto a los tiempos de elaboración de los estudios, tanto de diseño como de elaboración del EIAS, empezaron alrededor de septiembre del año 2021 y se entregaron el septiembre de 2022.

Es importante tener en cuenta que previo al inicio de las obras, el concesionario a cargo del proyecto, dependiendo de los estudios y diseños finales actualizará los PMAS del EIAS en lo correspondiente, según las actividades y fases constructivas, así como de cualquier instalación conexas (subestaciones eléctricas, patio de prefabricados, etc) que se requiera para el proyecto.

Esta actualización estará claramente alineada al cumplimiento de los EAS y las Guías HSE del WB, teniendo en cuenta, que cuando los requisitos aplicables exigidos por la Banca y la regulación Nacional difieran, el proyecto trabajará para lograr implementar los requisitos más estrictos.

2.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Desarrollar la estructuración del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá en adelante L2MB, en cumplimiento de la Resolución No. 20203040013685 29/09/2020 del Ministerio de Transporte, el cual conectará la ciudad de Noreste a Noroccidente desde la localidad de Chapinero hasta la localidad de Suba.

2.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL

2.3.1. Generales

Determinar el estado actual de los recursos naturales, del medio ambiente y de los aspectos socioeconómicos del área de influencia de la Línea 2 Metro de Bogotá e identificar, definir y evaluar los impactos generados por el proyecto en las etapas preoperativa y operativa, con el fin de prevenirlos, mitigarlos, corregirlos o compensar los efectos causados garantizando una adecuada gestión ambiental y social en el marco de los lineamientos establecidos por la normativa nacional y los lineamientos y las políticas ambientales y sociales de la Banca Multilateral (Ver Anexo 0-2 Lista de chequeo salvaguardas), garantizando la prestación de un servicio de transporte sostenible, con metas claras asociadas a la disminución de la huella de carbono y mejoras en la calidad de vida de Bogotá.



2.3.2. Específicos

- Describir el medio ambiente donde se va a llevar a cabo el proyecto, identificando las áreas de influencia directa e indirecta y a su vez caracterizar la zona en la cual se va a desarrollar el proyecto .
- Describir el proyecto en sus diferentes etapas de desarrollo: (fase previa, fase de construcción y fase de operación y mantenimiento).
- Realizar la caracterización socioeconómica de la población localizada en el Área de Influencia Directa (AID) del proyecto, desde diferentes dimensiones (demográfica, espacial, económica, cultural y político organizativa).
- Caracterizar a la población que será objeto de traslado involuntario de población con el objetivo de formular las medidas de manejo para el impacto.
- Identificar las características económicas del corredor a fin de establecer los impactos sobre el comercio formal que no serán objeto de trasladado, así como evidenciar con información suministrada por el IPES las características del comercio informal e identificar los impactos que puedan ocasionarse.
- Caracterizar la movilidad peatonal y vehicular, la afectación o daños a terceros dentro de los cuales se debe considerar los Bienes de Interés Cultural - BIC que se localizan cerca a las obras del proyecto, así como identificar los aspectos de tipo cultural (los cambios en la cotidianidad e implementación de programas de los proyectos en desarrollo en el corredor) que pueden tener cambios o efectos con el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas. Por último identificar las expectativas que se generarán con el proyecto.
- Elaborar la descripción del proyecto, la evaluación de los impactos, la identificación de recursos naturales, y formular las medidas de manejo para impactos como: traslado involuntario de población, ocasionado por la compra de predios (traslado físico y económico), cambios en la dinámica del comercio informal_ Ocupantes del espacio público, cambios en la movilidad y accesibilidad y los cambios en el valor y ocupación del suelo, así como elaborar las medidas para el manejo de las expectativas a través de programas de información, participación, socialización y divulgación.
- Formular las medidas de manejo para impactos de tipo cultural en articulación con las diferentes entidades del Distrito que hacen intervención en la L2MB como lo son: Secretaría Distrital de Recreación, Cultura y Deporte; la Dirección de Cultura, la Secretaría Distrital de la Mujer, la Dirección de Diversidad Sexual y la Secretaría Distrital de integración Social, Instituto Distrital de Patrimonio Cultural y Ministerio de Cultura.
- Caracterizar los recursos naturales que demandará el proyecto, los cuales serán aprovechados o afectados durante las etapas preoperativa y operativa de la L2MB.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales y sociales que pueda generar el proyecto

- Elaborar un Plan de Manejo Ambiental y Social donde se establezcan las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos del proyecto durante las etapas preoperativa y operativa, considerando los requerimientos de las diferentes bancas multilaterales (BM, BID, BEI, IFC, CAF).
- Describir el marco normativo por el cual se registrará el proyecto (normativa más estricta) ya sea nacional, internacional o estándar de la banca.
- Diseñar un programa de monitoreo y seguimiento ambiental para realizar la verificación, vigilancia y evaluación de las actividades permitiendo evaluar la eficacia del Plan de Manejo Ambiental y Social.
- Elaborar el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en las etapas preoperativa y operativa del proyecto.
- Diseñar un cronograma de actividades del Plan de Manejo Ambiental y Social, del Plan de Seguimiento y del Plan de monitoreo.

Caracterización del Medio Abiótico

- Realizar monitoreos de calidad del aire (PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, SO₂, CO, O₃, HCTs y VOC's) a lo largo del trazado y en conformidad con el Protocolo de calidad de Aire ¹ a fin de analizar los resultados, comparándolos con la normatividad vigente.
- Realizar el modelo de ruido y dispersión de contaminantes para predecir los impactos generados durante las etapas preoperativa y operativa de la L2MB en las zonas aledañas al proyecto.
- Desarrollar la caracterización del área de estudio desde el componente de aguas subterráneas, incluyendo los componentes geológico, hidráulico, hidrológico e hidrogeológico.
- Realizar el modelo de aguas subterráneas para evaluar si podrían presentarse impactos debido a la construcción del proyecto.
- Plantear el plan de manejo y de monitoreo para el componente de aguas subterráneas a aplicar durante las etapas preoperativa y operativa.

Caracterización del Medio Biótico

- Caracterizar los principales ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto.
- Definir los impactos ambientales en el área de influencia del proyecto.
- Realizar el inventario forestal de las coberturas vegetales, describiendo su composición y estructura en el área de influencia del proyecto.
- Identificar, describir, cuantificar y georreferenciar las zonas verdes y blandas susceptibles de afectación por el proyecto.
- Identificar las especies faunísticas del proyecto.
- Formular las acciones de mitigación de acuerdo a los diferentes grupos faunísticos encontrados a causa de la ejecución del proyecto.

Caracterización del Medio Socioeconómico

- Caracterizar el medio socioeconómico en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, de manera cuantitativa y cualitativa con enfoque diferencial y de género.
- Identificar los impactos del medio socioeconómico que puedan afectar a la población objeto de reasentamiento involuntario y la que se mantiene (identificar y caracterizar los bienes patrimoniales a fin de establecer las medidas de protección e identificar las afectaciones).
- Realizar la identificación geográfica de las zonas sensibles desde los aspectos sociales y económicos.
- Elaborar los programas de manejo ambiental, en el componente socioeconómico, considerando las salvaguardias

¹ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, Protocolo para el monitoreo y seguimiento a la calidad del aire, 2008

de la banca multilateral.

- Adelantar procesos de articulación interinstitucional con entidades del distrito que lideran temas particulares y cuentan con reconocimiento de sus programas y resultados para atender diferentes aspectos sociales del proyecto, como es el caso del IDU en materia de adquisición predial y reasentamiento, el IPES en materia de manejo de la dinámica económica del comercio informal, en particular el componente de ventas informales en el espacio público, la Secretaría Distrital de la Mujer para temas de inclusión y género.
- Adelantar un trabajo coordinado con las entidades del Distrito para una intervención integral y ordenada sobre el corredor, considerando los impactos sobre componentes como; movilidad, cultura, infraestructura comunitaria y BIC, sectores económicos entre otros. Para lo cual se prevé en las medidas de manejo dar continuidad al trabajo realizado en la estructuración integral en con entidades como, La Secretaria de La Mujer; la Dirección de Diversidad Sexual, la Dirección de Cultura, La Secretaría de Integración Social, El Instituto Distrital de Patrimonio y Cultura y la Secretaría Distrital de Planeación, entidades que aportaron en la construcción de las medidas de manejo a través de su conocimiento y programas o actividades que ejecuten.
- Adelantar el Programa de Arqueología Preventiva (PAP) en las áreas de intervención directa del proyecto para las fases de Registro del PAP / Diagnóstico y Prospección / Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico.
- Formular e implementar metodologías que permitan y promuevan la participación ciudadana, desde la información, en doble vía e integrando a las partes interesadas durante el proyecto.
- Garantizar mecanismos de atención de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias (PQRS) a lo largo de las etapas del proyecto.
- Generar estrategias que permitan la consulta transparente, significativa y activa con las partes interesadas, con el objetivo de dar a conocer el proyecto, sus alcances, actividades, impactos y medidas de manejo a fin de promover una participación informada y en doble vía e integrar a través de la participación y consulta las diferentes miradas o enfoques de las comunidades que puedan aportar en el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas.

2.4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto Línea 2 Metro de Bogotá conectará la ciudad de Noreste a Noroccidente desde la localidad de Chapinero hasta la localidad de Suba, la L2MB contará con una longitud aproximada de 15,8 km discuriendo por los corredores de la Calle 72, Avenida Ciudad de Cali, reserva vial ALO y la extensión de la Avenida Transversal de Suba.

El K0+000 se localiza en la Calle 72 con Carrera 11 aproximadamente y continúa hasta tomar dirección norte por el eje de la Avenida Ciudad de Cali o Carrera 86, hasta la Calle 75 donde toma el costado Oriental del corredor para llegar a la estación No 6. Posteriormente, en la Avenida. Ciudad de Cali a la altura de la Carrera 103 se cruza el barrio Nueva Colombia para encontrar la reserva de la ALO. De ahí continúa cruzando las estaciones 9, 10 y 11 hasta llegar a Fontanar del río donde se localiza el Patio Taller. (Ver Figura 1).

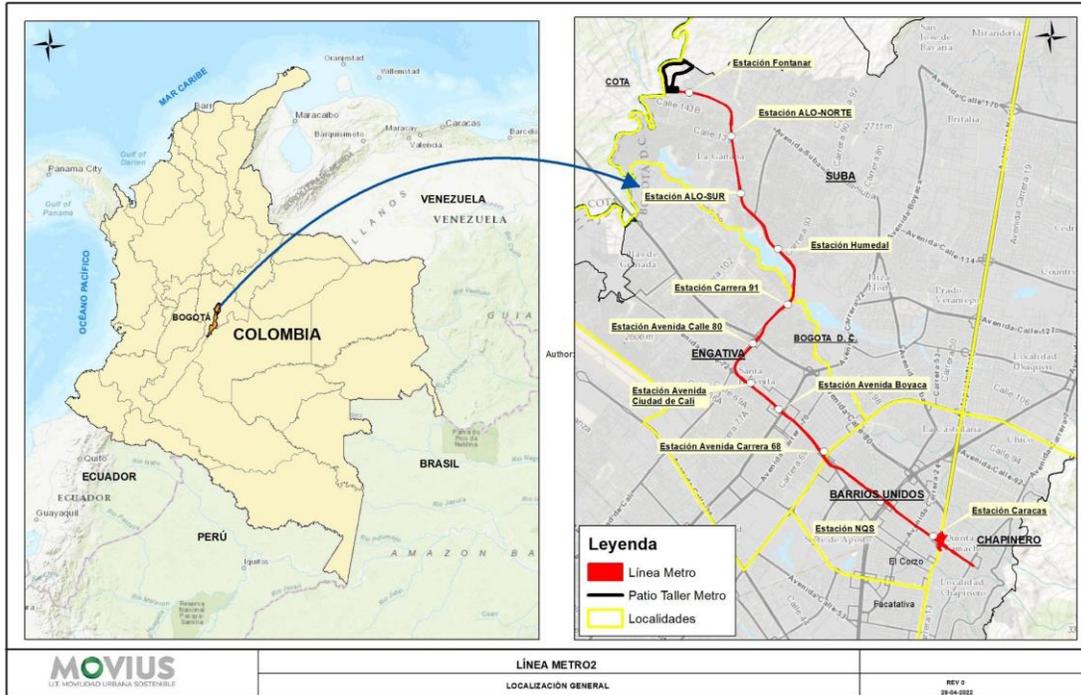


Figura 1. Localización proyecto L2MB
Fuente. UT MOVIUS 2022

El trazado de la L2MB se compone de tres secciones tipo, siendo el tramo en trinchera el de transición entre el túnel y el viaducto. (Tabla 1)

Tabla 2. Distancias por tipología constructiva

Tramo	Extensión (m)
Tramo en túnel (entre E1 y E10)	14,200
Trinchera (al Norte de E10, zona de transición)	300
Elevado (E11 y acceso al patio-taller)	1,000

Fuente. UT MOVIUS 2022

Desde la perspectiva de implantación urbana, y considerando que se trata de una línea subterránea en su gran mayoría, se ha tenido especial consideración para evitar afectaciones en la superficie como consecuencia de la obra y de la operación de la L2MB. Al respecto, se ha dispuesto geoméricamente un túnel profundo que solo conecte con las estaciones proyectadas minimizando las posibles afectaciones según la normativa local o la internacional en los casos puntuales en que se presenten.

Para mayor eficacia, en los tramos inter estación se ha procurado profundizar el túnel buscando por un lado una mayor distancia con la superficie pero también para lograr una marcha ferroviaria más eficiente por cuanto dichas pendientes aceleran al tren a la salida de la estación y lo frenan al llegar a la próxima estación, contribuyendo a una marcha ferroviaria más eficiente desde el punto de vista energético.

El trazado realizado ha permitido reducir en más del 50% las adquisiciones prediales previstas inicialmente. Ello logrado mediante el trazado profundo y la reubicación de estaciones, como por ejemplo las de la estación 3 y 7, que aprovechan de mucho mejor manera el espacio público.

2.4.1. Actividades sujeto de estudio

Con la definición del trazado se establece las actividades a desarrollar tanto en las etapas preoperativa y operativa, las cuales se relacionan en las siguientes tablas:

Tabla 3. Actividades objeto de evaluación ambiental y social - escenario sin proyecto

Actividades escenario sin proyecto
Construcción avenida 68
Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB)
Construcción del Intercambiador Vial de la Calle 72 con Av. Caracas (Deprimido calle 72)
Desarrollo de proyectos en el AI
Actividades comerciales e industriales
Tráfico vehicular
Conexión Regional Canal Salitre y Río Negro
Ciclo-Alameda Medio Milenio
Ampliación y extensión de la Avenida Ciudad de Cali
Corredor Verde Carrera Séptima
Actuación Estratégica prioritaria CALLE 72
Actuación Estratégica PIEZA RIONEGRO
Actuación Estratégica LAS FERIAS
Actuación Estratégica CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO

Fuente: UT MOVIUS, 2022

Tabla 4.Actividades objeto de evaluación ambiental y social - escenario con proyecto

Actividades escenario con proyecto
Fase previa
Estudios de ingeniería de detalle para la construcción
Acercamiento con comunidades e instituciones
Contratación de mano de obra, bienes y servicios
Compra de predios, adecuación, demolición y mejoras
Traslado de redes primarias
Fase de Construcción
Traslado de redes y servicios interceptados o secundarios
Desvío y Manejo de tráfico (PMT)
Descapote y remoción de la cobertura vegetal
Tratamiento silvicultural
Excavaciones y rellenos
Adecuación de vías de acceso
Compra de predios, adecuación, demolición y mejoras
Acopio temporal de materiales
Construcción de patios y talleres
Construcción de estaciones del metro
Construcción de edificios laterales de acceso
Puesto central de control - CCO
Tratamientos especiales a nivel de la geotecnia superficial
Tratamientos especiales a nivel de la geotecnia subterránea
Construcción de Túneles
Conformación pozo de entrada y salida de túnel
Transporte y manejo de suelo excavado
Prefabricación dovelas (anillos de concreto)
Construcción de pozos de evacuación y bombeo (chimeneas)
Instalación de instrumentación geotécnica
Superestructura de vía
Viaducto
Espacio público y urbanismo

Actividades escenario con proyecto
Material rodante
Señalización y control de trenes
Puesta en marcha y marcha blanca
Fase de Operación y Mantenimiento
Funcionamiento de la línea
Funciones de estaciones y patio taller
Mantenimiento de la línea y trabajos de conservación estructural
Manejo de residuos sólidos ordinarios y peligrosos
Manejo de residuos líquidos y/o sustancias químicas
Manejo y control de señalización
Operación del puesto central de control
Manejo de aguas de infiltración
Mantenimiento de sistema de puertas de andén
Mantenimiento de sistema de comunicaciones - billeteaje

Fuente: UT MOVIUS 2022

2.4.2. Etapas y fases del proyecto

El proyecto L2MB fue concebido en cuatro fases. La primera, ya finalizada, correspondió a su planeación, en la cual se abordó la elaboración del Plan de Trabajo de la estructuración. Posteriormente, en la segunda fase, igualmente finalizada, se desarrollaron los análisis, estudios y diseños de factibilidad necesarios para lograr el aval técnico y fiscal del proyecto por parte del Gobierno Nacional. En la tercera fase, actualmente en desarrollo, y luego de haberse otorgado el mencionado aval, se vienen llevando a cabo, desde el componente técnico, los estudios y diseños complementarios requeridos para la estructuración. Por último, la cuarta fase comprenderá los análisis necesarios en los componentes técnico, legal, financiero y de riesgos, que permitan valorar las condiciones del proyecto y de esta forma preparar la estructuración del modelo de transacción con los documentos necesarios para llevar a cabo los procesos de selección del constructor.

- Identificación y planteamiento de las fases y actividades del proyecto en el escenario con proyecto

En la Tabla 4 se listan las obras y actividades del proyecto susceptibles de generación de impactos sobre cada uno de los medios y su grupo de componentes para el escenario con Proyecto.

La descripción detallada de estas actividades se relaciona en el Capítulo 3 de Descripción del proyecto del presente estudio.

Tabla 5. Actividades del proyecto

Actividad	Descripción
Preliminar	
Estudios de ingeniería de detalle para la construcción	<p>El proyecto de L2MB está definido en cuatro fases. La primera, ya finalizada, corresponde a su planeación, en la cual se abordó la elaboración y entrega del Plan de Trabajo. Posteriormente, durante la segunda fase, igualmente finalizada, se desarrollaron los análisis, estudios y diseños de factibilidad necesarios para lograr el aval técnico y fiscal del proyecto. En tanto se obtiene el mencionado aval del Gobierno Nacional, el Proyecto entró en una tercera fase, actualmente en desarrollo, donde se vienen llevando a cabo, desde el componente técnico, los estudios y diseños requeridos para su estructuración. Por último, la cuarta fase comprenderá los análisis y estudios necesarios en los componentes técnico, legal, financiero y de riesgos, que permitan valorar las condiciones del proyecto y de esta forma preparar la estructuración del modelo de transacción y elaborar los documentos necesarios para llevar a cabo los procesos de selección del constructor.</p> <p>Se realizaron para los estudios de ingeniería las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trámites con entidades - Topografía - Exploraciones geotécnicas - Exploraciones de pavimentos en zonas aledañas a las estaciones - Socializaciones - Demanda - Debida diligencia técnica
Acercamiento con comunidades e instituciones	<p>En el marco del estudio de factibilidad se remitieron comunicaciones a entidades públicas y privadas. El objeto principal de las mismas ha sido solicitar información actualizada de carácter formal y socializar el proyecto con aquellas, invitándolas a participar en reuniones virtuales o presenciales celebradas para ese propósito particular.</p> <p>La gestión con las entidades continuará extendiéndose a lo largo de la estructuración en la medida en que surjan nuevas necesidades de información por los requerimientos de los diseños, de manera que sus definiciones de trazado, ubicación y características de estaciones, material rodante, afectaciones ambientales y prediales, procesos constructivos y costos estimados continúen siendo informadas a los distintos estamentos institucionales y comunitarios.</p>

Actividad	Descripción
Contratación de mano de obra, bienes y servicios	<p>Para la construcción del proyecto el pico de personal estimado (mayor número de personas por contratar en un momento determinado) es el siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Personal calificado: 590 • Personal no calificado: 1.100 <p>❖ Operación</p> <p>Las actividades de operación y mantenimiento del proyecto requiere que la empresa encargada contrate a una plantilla para el desempeño de estas actividades. Estas actividades abarcan los siguientes campos, entre otros: administración, IT, recursos humanos, ventas y finanzas, marketing & comunicación, departamento jurídico, departamento de ingeniería, departamento de mantenimiento, departamento de operación, personal en línea y en las estaciones, personal del CCO, personal del patio-taller, agentes de seguridad, limpieza, calidad y auditoría.</p> <p>Se estima que se requerirá un volumen de 651 profesionales para el desarrollo de las mismas.</p>
Compra de predios, adecuación, demolición y mejoras	<p>A partir de las áreas de intervención definidas por los componentes de diseño geométrico, urbanismo y paisajismo, se seleccionaron los lotes incorporados en las áreas de intervención. De esta selección de lotes se hizo un descarte de algunos de ellos por factores de afectación mínima, espacio público, propiedades del Distrito y lotes urbanizados no edificados del Estado, obteniéndose como resultado un listado de Lotes Afectados. Posteriormente, se procedió a definir el tipo de afectación del terreno para cada uno de los Lotes Afectados, analizando si su afectación es parcial o total</p> <p>Se identificaron 572 predios afectados por el proyecto.</p> <p>La mayor inversión predial provendrá de las estaciones; en segundo lugar, del Patio Taller y en tercer lugar de los accesos satelitales y los pozos de bombeo y salidas de emergencia.</p>

Actividad	Descripción
Traslado de redes primarias	<p>Para permitir la construcción de las obras de la L2MB se requiere el traslado de redes secas y húmedas en los sitios donde aquellas se interfieren entre sí. Estos traslados se realizarán mayoritariamente en los sitios de estación, y en menor escala en los pozos de ingreso y egreso de la tuneladora, pozos de ventilación, accesos y galerías, viaducto y Patio Taller.</p> <p>Para el componente de redes húmedas se trasladarán todas aquellas redes de acueducto y alcantarillado que interfieran con las obras.</p> <p>Para el componente de redes secas se trasladarán las redes de energía, telecomunicaciones, informática y gas natural interferidas en cruces de calzada, intersecciones y espacio público.</p> <p>En cada caso se implantarán soluciones viables para el diseño, proponiendo ya sean protecciones o reubicaciones de las redes que se necesiten, basados en la Ley de Infraestructura No. 1682 de 2013.</p> <p>A manera de ejemplo, se presentan a continuación algunos esquemas de interferencias y traslados previstos en ciertas estaciones del proyecto.</p>
Construcción	
Traslado de redes y servicios interceptados o secundarios	Como parte del Proyecto se incluye el traslado de redes secundarias existentes que se verán afectadas por la infraestructura del proyecto o su construcción.
Desvío y Manejo de tráfico (PMT)	Como parte de los requerimientos definidos por la Secretaría Distrital de Movilidad, se debe desarrollar adicionalmente un plan de manejo de tráfico – PMT- para la fase constructiva de la L2MB. Dicho plan se basa en la delimitación de un área de influencia y un plan de desvíos con señalización atendiendo a las fases constructivas previstas para el proyecto. Es preciso indicar que el plan incluye desvíos para el sistema de transporte público masivo y complementario, transporte particular y transporte no motorizado.
Descapote y remoción de la cobertura vegetal	Una vez desarrolladas previamente las tareas de replanteo para la excavación, se continúa con el descapote del área de influencia de la obra. Previo al inicio de la excavación, es necesario efectuar los Trabajos de Replanteo; luego se procede a comprobar si los datos del terreno coinciden con la información suministrada en planos e informes técnicos.
Tratamiento silvicultural	<p>Realizar el inventario forestal de las coberturas vegetales, describiendo su composición y estructura en el área de influencia del proyecto.</p> <p>Permiso de aprovechamiento forestal único para la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, cuya información estará resumida</p>

Actividad	Descripción
	<p>en el capítulo del EIAS.</p> <p>En caso de que se requiera la movilización de productos forestales en primer grado de transformación, derivados del aprovechamiento, se tramitará con anterioridad el Salvoconducto Único Nacional (SUN), ante la autoridad ambiental competente, atendiendo lo establecido en la Resolución 438 de 2001.</p>
Excavaciones y rellenos	<p>El volumen de las excavaciones para la construcción de las estaciones subterráneas se estima en 1.408.000 metros cúbicos, los cuales incluyen la excavación superficial inicial, la excavación entre pantallas de las estaciones, los módulos de acceso a estaciones y los accesos satelitales.</p> <p>Por otra parte, el volumen de las excavaciones para la construcción del túnel, los pozos de entrada y salida, los pozos de evacuación y bombeo, y las galerías de interconexión se estiman del orden de 1.290.000 metros cúbicos, los cuales incluyen la excavación del túnel con tuneladora, la excavación entre pantallas para los pozos y la excavación para las galerías de interconexión entre los pozos de evacuación y bombeo y el túnel.</p> <p>La disposición de materiales excavados se hará en sitios autorizados de la ciudad.</p>
Adecuación de vías de acceso	<p>Las vías urbanas por construirse y habilitarse en desarrollo de la L2MB se concentran en la zona del tramo elevado y corresponden a la Avenida Transversal Suba (o extensión de la calle 145), y dos vías aledañas al Patio Taller que permitirán el acceso al mismo.</p>
Compra de predios, adecuación, demolición y mejoras	<p>Dentro del desarrollo de la L2MB, se adelantará un proceso de compra de predios o adquisición predial, la cual estará a cargo de la Empresa Metro de Bogotá. A continuación, se presenta un recuento general de las principales características del proceso.</p> <p>El estudio del componente predial para los proyectos de infraestructura vial y transporte público es un capítulo de vital importancia en el mismo, ya que genera los criterios e insumos que permitan evitar o en su defecto minimizar el número de unidades prediales y cuantificar técnicamente, las áreas de terreno y de construcción que deben ser requeridas para el proyecto, aunando su situación jurídica y social, que por los impactos que genere su adquisición, determinan las viabilidades presupuestales en cada uno de sus componentes.</p> <p>De igual forma, frente a las problemáticas prediales identificadas, se generarán recomendaciones con el fin de adelantar los procesos tendientes al saneamiento de situaciones socio jurídicas de cada uno de los inmuebles, para evitar a futuro retrasos en la gestión técnica de la construcción, que implicaría rutas críticas en el desarrollo de las actividades propias de la ejecución del</p>
Acopio temporal de materiales	<p>Con el fin de dar espacio para el acopio, depósito, almacenamiento y preparación de los materiales, es necesaria la adecuación de la infraestructura asociada que cumpla con las características para la implantación de un patio para la prefabricación de</p>

Actividad	Descripción
	<p>elementos requeridos para construcción del proyecto. Para ello, el contratista a quien le sea adjudicado el contrato de construcción de la L2MB deberá tener en cuenta criterios mínimos que debe cumplir para la selección del terreno.</p>
<p>Construcción de patios y talleres</p>	<p>Teniendo en cuenta los aspectos hidrológicos y geotécnicos de la zona del Patio Taller y la necesidad de emplear el área disponible en casi su totalidad para el complejo férreo, se estableció que los rellenos necesarios para la construcción del terraplén y las instalaciones del Patio Taller deben tener una altura media aproximada de 5,50 m, con el fin de evitar inundaciones.</p> <p>Con respecto a las características del subsuelo y teniendo en cuenta la magnitud de los rellenos del terraplén proyectado y los estudios de referencia realizados para la estructuración Patio Taller de la primera línea del metro (PLMB), se estableció la necesidad de implementar un sistema de mejoramiento del subsuelo, el cual debe mitigar principalmente el efecto de los asentamientos diferenciales en el cuerpo propio del terraplén para el funcionamiento adecuado de las vías férreas e instalaciones, y mitigar los efectos sobre edificaciones vecinas localizadas al costado oriental del área de desarrollo.</p> <p>Adicionalmente, el sistema de mejora debe generar una densificación de los materiales superficiales y reducir la susceptibilidad de los mismos a efectos de pérdida de resistencia por esfuerzos de corte inducidos por eventos sísmicos.</p> <p>Con la evaluación de asentamientos diferenciales se generó la necesidad de implantar una pantalla de pilotes en la frontera del terraplén, los cuales generarán una barrera de aislamiento frente a las deformaciones causadas por el terraplén. La construcción de pantallas de pilotes requiere un sistema constructivo pre excavado utilizando protección (fluidos de estabilización) para evitar derrumbes de la excavación durante la ejecución de los mismos y excavación mecánica incluyendo la viga cabezal, posterior fundición de los elementos, teniendo en cuenta el descabece de los pilotes, para finalmente restituir las excavaciones adyacentes. Las redes se instalarán con posterioridad a la construcción del terraplén, con el fin de disipar los asentamientos elásticos del mismo.</p> <p>Debido a la evaluación de posibles afectaciones de las zonas aledañas, se contará con un sistema de monitoreo en zonas aledañas al terraplén con el fin de comparar las condiciones de diseño frente a las reales. Este seguimiento no estará restringido sólo durante el periodo de construcción de la obra sino también a lo largo del tiempo de funcionamiento de la misma. Se dispondrá de una red de puntos de control superficial así como de inclinómetros.</p>
<p>Construcción de estaciones del metro</p>	<p>Estación subterránea:</p> <p>El tramo subterráneo de la L2MB está comprendido entre la Calle 72 con Carrera 10, en donde se localiza el K0+000 del trazado y el K14+280, en donde se ubica el pozo de entrada para la máquina tuneladora. Además de los pozos de entrada y salida, a lo largo de este tramo se ubican 10 estaciones subterráneas con profundidades a riel de 30,0 a 32,0 m, con dimensiones útiles de</p>

Actividad	Descripción
	<p>160 m de largo y anchos útiles de 31,8 y 23,2 m. Después del pozo de entrada, la línea del metro sale a superficie hasta la estación elevada 11 en el K14+790.</p> <p>Las estaciones se construirán por el sistema Cut & Cover, método invertido. Este sistema consiste en la construcción de muros pantalla pre excavados desde la superficie hasta la profundidad establecida en el diseño. Una vez terminadas las pantallas se construye la losa superior, que se apoya en las paredes de la pantalla. Cuando la losa está terminada y ésta adquiere la resistencia suficiente, puede habilitarse la superficie mientras se continúan los trabajos en el interior, extrayendo el material de suelo hasta el siguiente nivel de losa, apuntalando adecuadamente las pantallas. Se procede de esta manera hasta llegar al nivel del fondo para ejecutar la contrabóveda en concreto.</p> <p>Estación elevada:</p> <p>De acuerdo al trazado establecido para la L2MB, se proyecta la construcción de una estación elevada (estación Fontanar No. 11), ubicada en la calle 145 entre las carreras 141b y 145.</p>
<p>Construcción de edificios laterales de acceso</p>	<p>Las estaciones deben ser accesibles universalmente y dependiendo de la tipología de las estaciones, para ello se establecieron accesos en edificios laterales existentes o en construcciones nuevas. cuentan con elementos con diseño universal, conforme a las normas y requerimientos técnicos. Dispondrán de ascensores, en zona no paga, desde la superficie hasta vestíbulo (Mezzanine. -1) y desde éste hasta las plataformas, en zona paga.</p>
<p>Puesto central de control - CCO</p>	<p>El Centro de Control Operacional - CCO funcionará en las estaciones 5 y 6. En consecuencia, la infraestructura particular requerida por este componente se habilitará fácilmente durante la construcción de las mismas, en las áreas previstas para espacios técnicos. Es importante mencionar que en el Estudio de Prefactibilidad el CCO se previó para funcionar en el predio del Patio Taller, en una edificación independiente construida para tal fin que requería cimentación, estructura, acabados arquitectónicos, redes hidrosanitarias y drenajes. El traslado de este a las estaciones antes mencionadas implicó reducciones económicas importantes.</p>
<p>Tratamientos especiales a nivel de la geotecnia superficial</p>	<p>Los tratamientos especiales a nivel de la geotecnia superficial, se recomiendan excavaciones 1,0H:1,0V . Para la cimentación superficial se ha hecho un análisis de estabilidad global en condición extrema obteniendo un factor de seguridad superior a 1,25 en condición extrema y de 1,0 en condición normal (exigido por la NSR 10 para proceso constructivo).A continuación los resultados de la modelación numérica para condición extrema y normal.</p> <p>Las estructuras proyectadas en la zona del patio taller no superarán 2 niveles y se proyectan cimentaciones superficiales como sistema portante para las edificaciones de servicio, teniendo en cuenta las cargas relativamente bajas que transmitirán estas</p>

Actividad	Descripción
	<p>edificaciones al terreno.</p> <p>Todas las estructuras estarán apoyadas sobre los rellenos proyectados en el sector, constituidos principalmente por material granular de características tipo INVIAS.</p> <p>Teniendo en cuenta la poca disponibilidad de área neta para las obras de infraestructura del patio taller se ha realizado el diseño de muros de suelo reforzado los cuales soportan las paredes subverticales del relleno previsto incluyendo las sobrecargas previstas en la parte superficial del Patio Taller.</p> <p>El relleno de los muros deberá ser granular seleccionado (ART-220-22 del INVIAS); detrás del muro se deberá construir un filtro francés el cual deberá llegar hasta H/2 en altura y tendrá un ancho de 0,50 m, Este filtro está conformado por gravas limpias de tamaño máximo 2" envuelta en geotextil no tejido (Metodo grab resistencia a la tensión 700N, Resistencia al punzonamiento 350 N, resistencia al rasgado 260 N, tamaño de abertura aparente 0.150mm, permeabilidad 29×10^{-2} cm/s, espesor 1.7mm) , Adicionalmente, con el objeto de conducir las aguas retenidas en las caras traseras de los muros hacia el exterior, se recomienda hacer una salida con un filtro de 0,5 m de ancho y 1 m de altura.</p>
<p>Tratamientos especiales a nivel de la geotecnia subterránea</p>	<p>En algunas estaciones las pantallas preexcavadas tienen presencia cercana de pilas de puentes vehiculares adyacentes. Las verificaciones de desplazamientos en zonas aledañas a las estaciones se realizan con modelación numérica, la cual se encuentra en proceso. Dependiendo de sus resultados, en estos casos podría requerirse el uso de tratamientos especiales del terreno para reducir posibles desplazamientos de estas estructuras. En términos generales, las pilas de estos puentes vehiculares están apoyadas en dados sobre pilotes hincados de 60 a 80 cm de diámetro de 40 a 50 m de profundidad. Los tratamientos especiales consistirán en el mejoramiento del suelo con columnas de jet grouting o la construcción de barreras longitudinales de micropilotes. Estos tratamientos también serían aplicables para la protección de otras construcciones que pudieran verse afectadas por la construcción de las pantallas de las estaciones (edificios de gran tamaño).</p>
<p>Construcción de Túneles</p>	<p>El tipo de máquina que mejor se adecúa a las condiciones existentes del terreno para la construcción de la L2MB es una máquina tuneladora con escudo de presión balanceada de tierras o EPB.</p> <p>El tipo de soporte estará conformado por dovelas prefabricadas de concreto reforzado que se colocan inmediatamente con el avance del túnel, las cuales son diseñadas para ser completamente estancas e impermeables.</p> <p>El método constructivo permite un contrabalance de presiones del terreno y de las aguas, manteniendo la hermeticidad con los</p>

Actividad	Descripción
	<p>escudos de la máquina y con los sellos previstos en los segmentos de los anillos de dovela, evitando así que se afecte el nivel freático y el desecamiento de las fuentes hídricas superficiales entre otros. En el proceso de excavación se utilizan aditivos para el acondicionamiento y corrección de los cambios en la humedad y granulometría del terreno excavado en el frente. Para ese propósito, se emplean espumas para sustituir los finos faltantes y el agua intersticial.</p>
<p>Conformación pozo de entrada y salida de túnel</p>	<p>El pozo de entrada de la máquina EPB se ubicará en la localidad de Suba, sobre el trazado del túnel, entre las estaciones No. 10 (subterránea) y No. 11 (elevada), entre las abscisas K14+280 y K14+500.</p> <p>Este pozo se construirá en la parte de mayor profundidad con sistema Cut & Cover - método invertido y luego en trinchera con pantallas preexcavadas.</p> <p>El pozo de salida de la tuneladora se ubicará en la localidad de Chapinero, específicamente en la Calle 72 al oriente de la Avenida Caracas y de la estación 1 (subterránea), entre las abscisas K0+000 y K0+040.</p> <p>Se construirá con muros pantalla preexcavados de 1.20 m de espesor con una separación de 15.0 m y profundidad a losa de fondo de 50.5 m. El empotramiento de las pantallas será de 9,3 m. La excavación del pozo permitirá retirar la máquina tuneladora una vez finalice la excavación del Monotúnel.</p>
<p>Transporte y manejo de suelo excavado</p>	<p>Durante las actividades de movimiento de tierras que se generan por la construcción de las subestaciones se generará aproximadamente 1.002.363m³ de material el cual será transportado a sitios de disposición aprobado y que cuenta con licencia ambientales. Es importante mencionar qué características del material excavado en las estaciones, túnel, viaducto, vías y patio taller, predominantemente arcilloso, deberá tener para su utilización en el relleno del patio-taller, donde se requiere materia seleccionado.</p>
<p>Pre-fabricación dovelas (anillos de concreto)</p>	<p>Las dovelas que conforman los vanos gran U se fabrican en un parque de prefabricación. La prefabricación se lleva a cabo por el sistema de dovelas conjugadas. Esto consiste en colar cada dovela utilizando como molde de la cara de junta la dovela anteriormente colada.</p> <p>Para ello se empieza por fabricar una de las dovelas de pila, y a partir de ella el resto de las dovelas que forman un vano. Así, por ejemplo, la cara frontal de la dovela 1 servirá de molde para la cara dorsal de la dovela 2.</p>
<p>Construcción de pozos de evacuación y bombeo</p>	<p>Los pozos de evacuación y bombeo se construirán con una sección circular de 1,20 m de diámetro, a profundidades variables. Estos pozos se localizan a una distancia que varía entre 440 y 720 m de las estaciones según lo establece la norma NFPA 130,</p>

Actividad	Descripción
(chimeneas)	y se construirán lateralmente o al costado del Monotúnel, bajo predios adquiridos para ese fin. Los pozos se conectarán con el Monotúnel mediante galerías subhorizontales de sección circular de 6.00 m de diámetro de excavación, con longitudes del orden de 5.00 m.
Instalación de instrumentación geotécnica	<p>Para el control de las deformaciones tanto de las pantallas como de la superficie del terreno y para verificar su efecto en las estructuras existentes, así como los niveles freáticos en los alrededores de las estaciones subterráneas, se instalarán instrumentos geotécnicos tales como inclinómetros, mojones registradores de movimientos, pines de cobre, piezómetros de hilo vibrátil, piezómetros de tubo abierto alrededor de las estaciones subterráneas, así como celdas de carga en puntales.</p> <p>Para tener una información más detallada de las deformaciones de las pantallas, se dejarán embebidos en los módulos de las pantallas tubos inclinómetros. Estos tubos inclinómetros pueden alcanzar una profundidad al menos 5 metros por debajo del fondo de la pantalla.</p> <p>Para controlar las posibles oscilaciones del nivel freático se dispondrán piezómetros de cuerda vibrante o piezómetros abiertos.</p> <p>Para el control de movimientos de edificaciones existentes se establecerán puntos adecuados de referencia materializados con clavos de tungsteno o pines de cobre.</p> <p>Con la finalidad de conocer los desplazamientos en superficie del terreno generados por las excavaciones, se colocarán mojones de control de movimientos o pines de cobre en los alrededores de la obra.</p> <p>Para controlar racionalmente la colocación de los elementos que apuntalan temporalmente los muros preexcavados se instalarán en estas celdas hidráulicas de carga, permitiendo definir con precisión la magnitud de la carga aplicada y comparar estos valores con los teóricos establecidos en el diseño.</p>

Actividad	Descripción
Superestructura de vía	<p>Vía principal:</p> <p>En el caso del montaje de las vías en el tramo elevado se emplearán barras de carril 54E1 de 18 metros de longitud con fijaciones ancladas directamente a plintos de hormigón. El sistema de sujeción de placa nervada con apoyo elástico amortigua los ruidos y vibraciones, y es de fácil mantenimiento. Los plintos serán de hormigón armado de 5100x600x260 mm en recta, con una separación de 150 mm, anclados a las esperas de las vigas. La separación entre sujeciones será de 750 mm y se definirá la distancia mínima entre una sujeción y el extremo del plinto.</p> <p>Vía patio taller:</p> <p>La tipología de las vías de la zona de Patio y Taller varía según la función y los equipamientos implantados en ellas. En el caso de que las vías de conexión y el haz de vías se monten sobre balasto, se emplearán traviesas monobloque de hormigón espaciadas cada 60 cm, sobre una capa de 20 cm de balasto. La superestructura en este caso estará compuesta por lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rieles 54E1 en barra corta de 18 m. - Fijaciones elásticas sobre durmientes de hormigón monobloque cada 0,6 m. - 20 cm de balasto. - Aparato de vías tipo 54E1-tg1/5-R100 sobre durmientes de hormigón.
Viaducto	<p>Para el tramo elevado en el segmento final del trazado de L2MB se construirá un viaducto de 1005 m con sección transversal tipo Gran U apoyado en pilas de sección circular. Las dimensiones del mismo serán las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ancho total: 10,18 m. - Longitud total: 1005 m. - Altura total máxima: 9,25 m.
Espacio público y urbanismo	<p>La propuesta de espacio público para las estaciones subterráneas de la L2MB busca ofrecer espacios acordes con la integración modal, consolidar nuevas áreas de espacio público, abiertos y colectivos, y generar zonas verdes que fortalezcan la funcionalidad del proyecto.</p>

Actividad	Descripción
	<p>Por medio del diseño de espacio público se busca controlar el tráfico automotor y evitar el estacionamiento sobre andenes y vías aferentes de las estaciones. Para ello, la intervención propone la semipeatonalización y pacificación de ciertas vías circundantes, con soluciones a los accesos privados, incorporación de bahías e instalación de bolardos de control. Esta acción está encaminada hacia la priorización del peatón sobre el vehículo.</p> <p>Adicionalmente, se busca mejorar las condiciones de los andenes mediante su revitalización y mejoramiento integral, cumpliendo la normativa vigente y asegurando el acceso universal desde y hacia el espacio público por medio de circulaciones continuas y libres de obstáculos, con materiales idóneos que permitan la circulación segura y continua de los ciudadanos alrededor de las estaciones, sean o no usuarios del sistema metro. También se pretende armonizar el espacio público proyectado con el existente y asegurar tanto la continuidad de la red peatonal de la ciudad como el acceso a la infraestructura del metro.</p>
Material rodante	<p>El material rodante corresponde a un metro con una operación automática con CBTC con 7 coches por tren con una configuración MC-T-M-M-M-T-MC (configuración con 7 coches) - indicativo y por precisar por el proveedor de material rodante. El tren tiene una longitud de 145 m y cada coche tiene una longitud de 20 m, por lo que se tiene una capacidad de 1.846 pasajeros (sin PRM). Los vehículos serán de tecnología probada, de última generación.</p> <p>Serán seguros, fiables, duraderos, dotados de una redundancia adecuada, fáciles de usar y atractivos, con capacidad para satisfacer las demandas previstas, buenas cualidades de conducción y comodidad para los usuarios, incluido un bajo nivel de ruido.</p>
Señalización y control de trenes	<p>El sistema de señalización y control de trenes previsto será un CBTC. Dispondrá del equipamiento necesario para poder llevar a cabo el establecimiento de modos degradados en la explotación de la línea. Este equipamiento lo constituye la instalación de circuitos de vía y señales lateral</p>
Puesta en marcha y marcha blanca	<p>Esta actividad se ejecutará con la operación de los trenes en los distintos tramos horarios durante el servicio comercial, sin el recaudo. No estará operando al público. Se realizarán recorridos y simulacros a fin de evaluar su operación y seguridad, tal que se realicen los ajustes necesarios previo a su funcionamiento con pasajeros, garantizando la eficiencia y eficacia del Proyecto</p>
Operación	
	<p>El trazado geométrico de la L2MB tiene como principio de diseño la materialización de una línea rápida con más de 40 km/h de velocidad comercial aún en marcha tendida de diagrama operacional. Ello así en el entendimiento de que la velocidad es uno de los factores más determinantes en el diseño de Metro, por cuanto su mejora influye positivamente en la atraktividad comercial de</p>

Actividad	Descripción
Funcionamiento de la línea	<p>la línea y por ende en los ingresos y posteriormente en la sostenibilidad del sistema.</p> <p>En tal sentido, se han previsto radios mínimos de curvatura de 400 m de manera tal de minimizar cualquier impacto en la velocidad operacional.</p> <p>Desde la perspectiva de implantación urbana, y considerando que se trata de una línea mayoritariamente subterránea, se ha tenido especial consideración en evitar afectaciones en superficie como consecuencia de la obra y de la operación de la L2MB. Al respecto, se ha dispuesto geoméricamente un túnel profundo para aislarlo de la superficie y minimizar las posibles interacciones dentro de niveles tolerables, según la normatividad nacional e internacional.</p> <p>La L2MB comienza en el eje de la calle 72 en cercanías de la carrera 9 en dirección a occidente, con 460 m en recta hacia el cruce con la Avenida Caracas. En ese tramo en recta se desarrolla la cola de maniobras del extremo oriental del trazado.</p> <p>Luego de pasar bajo el deprimido de la calle 72 con Avenida Caracas que se viene construyendo como parte de los trabajos de la PLMB, el túnel discurre a lo largo de la calle 72 hasta la Avenida Ciudad de Cali, donde hace un giro de aproximadamente 90° hacia el norte y avanza por el costado oriental de la Avenida Ciudad de Cali hasta el campo de golf del Club Los Lagartos. En ese punto gira hacia el noroccidente con una curva amplia y encuentra nuevamente la Avenida Ciudad de Cali. Luego de pasar bajo un brazo estrecho del humedal Juan Amarillo, el trazado del túnel comienza a separarse de dicha avenida y se enruta bajo del barrio Nuevo Corinto hasta el predio de la Alo Norte, en su extremo sur. Allí se dirige hacia el norte por el centro del predio hasta la altura de la calle 144, donde hace una curva amplia hacia el occidente e ingresa a la calle 145 o Avenida Transversal de Suba. En la calle 145 el túnel sale a superficie y luego de una transición corta en trinchera la línea pasa a ser elevada. Después de la estación 11 (Fontanar), ubicada entre las carreras 145 y 141b, la única que se tiene previsto construir en superficie, se inicia la cola de maniobras del extremo occidental del trazado y las rampas de acceso al patio y taller, localizado en el predio Fontanar del Río. La L2MB tiene once estaciones, de las cuales diez son subterráneas y una elevada.</p>
	<p>En el patio taller se disponen de varias estructuras con las funciones de realizar la limpieza interior de trenes, limpieza Exterior de trenes, limpieza reforzada Interior y exterior de trenes, mantenimiento Menor – niveles 1 a 3, mantenimiento Mayor – niveles 4 a 5, reperfilado de ruedas, Zona de descarga para trenes nuevos, mantenimiento de Infraestructura entre otras.</p> <p>El objetivo del mantenimiento es asegurar la disponibilidad de los trenes, sin fallas, para operación. Por eso, el tiempo de</p>

Actividad	Descripción
Funciones de estaciones y patio taller	<p>inmovilización que el tren pasa en el taller tiene que ser optimizado. Los itinerarios más frecuentes serán los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Línea principal ↔ Cochera - Línea principal ↔ Mantenimiento Menor - Cochera ↔ Mantenimiento Menor - Cochera ↔ Mantenimiento Mayor - Mantenimiento Menor ↔ Mantenimiento Mayor - Línea principal ↔ Mantenimiento de Infraestructuras <p>Para optimizar el tiempo de indisponibilidad de los trenes, estos itinerarios deben tener una conexión directa.</p>
Mantenimiento de la línea y trabajos de conservación estructural	<p>El mantenimiento del equipo ferroviario de la L2MB se realizará en el Patio Taller, el cual dispondrá de instalaciones de depósito y mantenimiento específicas para estos fines, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estacionamiento, limpieza, reabastecimiento de combustible, mantenimiento, reparaciones ligeras y revisión del material rodante. - Edificio de almacenamiento de piezas que ofrece zonas de estacionamiento cubiertas para el material rodante e instalaciones de almacenamiento para piezas de repuesto, herramientas y equipos, con control ambiental. - Almacenamiento, limpieza, mantenimiento, reparación y revisión de los equipos del sistema ferroviario. - Albergue de los equipos de mantenimiento de toda la red, instalaciones de administración y el personal y las organizaciones de control de apoyo para la línea a las que dan servicio el depósito y las instalaciones de mantenimiento.
Manejo de residuos sólidos ordinarios y peligrosos	En el desarrollo de la L2MB, se generarán residuos provenientes de las actividades de excavaciones y demoliciones-RCD en cada una de las etapas de desarrollo del proyecto.
Manejo de residuos líquidos y/o sustancias químicas	Manejo de las sustancias químicas que se generarán en el proyecto, principalmente asociado a mantenimientos
Manejo y control de señalización	Se tienen equipos en el centro de mando y supervisión, en la estación y en la vía (principal o taller) y a bordo del tren.
Operación del puesto central de control	<p>Para operar una línea es fundamental que los sistemas ferroviarios sean operados de forma controlada, coordinada y supervisada. Para que los aspectos de control, coordinación y supervisión sean efectivos, es necesario hacerlo desde un único punto centralizado desde donde se acceda a toda la información, permitiendo tomar decisiones rápidas y acertadas. El Centro de Control Operacional (CCO) abarca al conjunto de equipamiento que permite la supervisión y gestión centralizada de</p>

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL - L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-IN-001-VE

Actividad	Descripción
	todos los sistemas de la L2MB.
Manejo de aguas de infiltración	En caso de generarse aguas de infiltración, el túnel, las estaciones y los pozos tendrán ventilación y bombeo en de agua a la red de drenajes.
Mantenimiento puertas de andén	Actividades de Mantenimiento técnico del sistema de puertas de andén.
Mantenimiento de sistema de comunicaciones - billeteaje	Actividades de Mantenimiento técnico del sistema de comunicación de billeteaje

Fuente: UT MOVIUS 2022

2.5. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES

2.5.1. Justificación



La infraestructura es de vital importancia para el crecimiento y desarrollo económico de la sociedad y de un país. Todas las áreas de infraestructura son necesarias para beneficio de las personas, pero es importante determinar a cuáles se les da prioridad. En otras palabras, si se da prioridad a infraestructura de transporte o social, en qué lugar y en qué momento se realiza, para el progreso del país. Adicionalmente, los proyectos de transporte afectan al funcionamiento de los mercados, bien mediante la creación o modificación de determinadas infraestructuras o bien mediante cambios en los servicios que se prestan sobre ellas.

En el caso de la infraestructura de transporte, existe un alto grado de interés por parte de las entidades públicas y la sociedad en general por las métricas de impacto de costos y beneficios que generan y, principalmente, sobre el beneficio de la sociedad. Una evaluación socioeconómica para los proyectos de infraestructura permite tomar este tipo de decisiones, en la cual se compara el beneficio social proyectado frente al costo de ejecutar e implementar el proyecto.

La Línea 2 Metro de Bogotá, plantea una solución de conectividad y movilidad a las localidades de Suba y Engativá con el resto de la ciudad, articulando el territorio y sus dinámicas funcionales, para así lograr un mejoramiento en la calidad de vida de aproximadamente un (1) millón de habitantes del noroccidente la ciudad. El Proyecto es una línea independiente de aproximadamente 15.5 km, que se integra con la Primera Línea de Metro de Bogotá en la estación Calle 72, que recorre el trazado seleccionado hasta la localidad de Suba donde se ubicará el nodo de terminación de la línea en su patio correspondiente.

La L2MB se ha estructurado como una línea de metro subterránea en la mayor parte de su trazado, buscando minimizar afectaciones en la superficie tanto durante la ejecución de las obras como en la operación misma del proyecto. Para ello se propone la construcción de un túnel a una profundidad media de 25 metros para aislar la operación del Proyecto de la superficie y, de esta forma, mantener las posibles interacciones dentro de niveles tolerables, cumpliendo con la normatividad nacional e internacional vigente.

2.5.2. Antecedentes



La Empresa Metro de Bogotá (EMB), fue constituida en el año 2016 mediante el Acuerdo Distrital 646 del 12 de mayo de 2016 del Concejo de Bogotá con el objeto de “realizar la planeación, estructuración, construcción, operación, explotación y mantenimiento de las líneas férreas y de metro que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá, así como la adquisición, operación, explotación, mantenimiento, y administración del material rodante.”

Asimismo, bajo el Artículo 3 del Acuerdo 646 de 2016 el Concejo de Bogotá establece veintisiete (27) funciones de la EMB de las cuales se resaltan las siguientes:

“(...) Prestar el servicio de transporte masivo de pasajeros mediante las líneas de metro, con estándares de seguridad, dignidad, efectividad, eficiencia, calidad y protección del ambiente; (...) Aplicar las políticas, las tarifas y adoptar las medidas preventivas y correctivas necesarias para asegurar la prestación del servicio a su cargo, de conformidad con los parámetros señalados por la autoridad de transporte competente; (...) Realizar la planeación de la red de metro en coordinación con los otros modos de transporte de la región, tanto públicos como privados; (...) Estructurar proyectos para la complementación, renovación y ampliación del sistema (sistema de información, sistema de recaudo, centro de control, nuevas líneas, entre otros); (...) Construir y hacer mejoras periódicas a la infraestructura requerida para la prestación del servicio; (...) Velar por el cumplimiento de las normas ambientales, urbanísticas, arquitectónicas, de sismoresistencia y técnicas, en todos los desarrollos y construcciones que realice y/o promueva; (...) Promover el uso de tecnologías limpias

y de diseños ecosostenibles, tanto en la operación del sistema como en todos los desarrollos y construcciones que realice y/o gestione; (...) Planear y ejecutar un programa permanente de formación en cultura ciudadana tendiente a fomentar una cultura de autorregulación, respeto, solidaridad, honradez, sentido de pertenencia y cuidado en el uso del sistema, valiéndose principalmente del uso de Ciencia, Tecnología e Innovación. (...) Diseñar e implementar programas de Responsabilidad Social Empresarial, en los cuales se involucre un componente de diálogo comunitario y social en las áreas de influencia a las líneas del metro. (...) Participar en la formulación de políticas públicas, planes y programas relacionados con su objeto social. (...)"

Que además de las veintisiete (27) funciones asignadas a la EMB al momento de su creación mediante el Acuerdo Distrital mencionado paulatinamente la Empresa ha venido adquiriendo crecientes responsabilidades de largo plazo, de máxima relevancia, exigencia y riesgo. Estas incluyen, entre otras, aquellas derivadas de su condición de parte y supervisor de contratos de gran magnitud como el de concesión para la construcción y operación de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) – Tramo 1, así como también la responsabilidad dirigir y orientar la planeación de las líneas férreas y de metro que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá, en coordinación con sus otros modos de transporte.

Es así como la EMB, replantea la estructura organizacional de la Empresa mediante el Acuerdo de Junta Directiva No. 007 de 2021 integrando la evaluación de las necesidades operativas, técnicas, financieras, legales, administrativas y de riesgos, para el adecuado cumplimiento de las funciones y obligaciones de la Empresa, estableciendo las siguientes dependencias:

- Gerencia General
- Gerencia Ejecutiva de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB)
- Gerencia de Ingeniería y Planeación de Proyectos Férreos
- Gerencia de Desarrollo Urbano, Inmobiliario e Ingresos No Tarifarios
- Gerencia de Comunicaciones, Ciudadanía y Cultura Metro
- Gerencia de Riesgos
- Gerencia Jurídica
- Gerencia Financiera
- Gerencia Administrativa y de Abastecimiento.

Basado en lo anterior, la EMB cuenta con un equipo comprometido que trabaja con el fin de transformar positivamente la movilidad del Distrito Capital, mediante la implementación de las mejores prácticas, resaltando la implementación de normas de desempeño, políticas, salvaguardas y estándares internacionales ambientales, sociales y de Seguridad y Salud en el Trabajo establecidos por los Organismos Financiadores, los cuales aportan al desarrollo de los proyectos férreos ejecutados por la EMB.

² Teniendo en cuenta lo anterior, el Acuerdo Distrital No. 642 de 2016 modificado por el artículo 96 del Acuerdo Distrital No. 761 de 2020 autorizó al Alcalde Mayor de Bogotá a participar conjuntamente con otras entidades descentralizadas del Orden Distrital en la constitución de la EMPRESA METRO DE BOGOTÁ S.A. (en adelante "LA EMB") y se le otorgaron a esta última las facultades de: "realizar la planeación, estructuración, construcción, operación, explotación y mantenimiento de las líneas férreas y de metro que hacen parte del Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá, así como la adquisición, operación, explotación, mantenimiento y administración del material rodante. También hace parte del objeto social de la entidad liderar, promover, desarrollar y ejecutar proyectos urbanísticos, en especial de renovación urbana, así como la construcción y el mejoramiento del espacio público en las áreas de influencia de las líneas de metro, con criterio de sostenibilidad en las condiciones que señalen las normas vigentes, las autoridades competentes y sus propios estatutos."

² TÉRMINOS DE CONDICIONES CONTRACTUALES ("TCC"). Adenda 3

De conformidad con las competencias funcionales asignadas mediante el Acuerdo 642 del 12 de mayo de 2016, LA EMB cuenta con la competencia para:

“3. Celebrar los contratos de derecho público o privado necesarios para la ejecución de su objeto, incluyendo contrato de asociación público-privada, contratos de concesión, contratos de arriendo, contratos de fiducia, contratos de obra pública, contratos de empréstito, entre otros que tiendan al desarrollo de su objeto. (...)

9. Realizar la planeación de la red de Metro en coordinación con los otros modos de transporte de la región, tanto públicos como privados; (...)

11. Construir y hacer mejoras periódicas a la infraestructura requerida para la prestación del servicio; (...)

18. Participar en la formulación de políticas públicas, planes y programas relacionados con su objeto social. (...)

24. Promover las acciones tendientes a la integración de los distintos modos de transporte de la Bogotá Región.”

El 26 de diciembre de 2014, el IDU y LA FDN suscribieron el Convenio Interadministrativo N.º 1880 de 2014, el cual tiene por objeto “Aunar esfuerzos para el desarrollo de las actividades relacionadas con la estructuración integral del proyecto “Primera Línea del Metro de Bogotá” en dos fases, a saber: Fase 1, denominada “Diseño de la transacción” y Fase 2, denominada “Estructuración integral”. Mediante documento de cesión de fecha 10 de marzo de 2017, el IDU cedió a LA EMB su posición contractual en el Convenio Interadministrativo No. 1880 de 2014.

De conformidad con lo establecido en el documento CONPES 3900 de 2017, el Proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) “(...) iniciará desde el patio-taller en la localidad de Bosa, hasta la calle 127” y declaró “(...) de importancia estratégica el proyecto Primera Línea del Metro para Bogotá tramo 1 (...)”

Dentro del Acuerdo Distrital No. 761 de 11 de junio de 2020 “Por medio del cual se adopta el plan de desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas del Distrito capital 2020-2024 “Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del siglo XXI” propuesto por la alcaldesa Claudia Nayibe López, se incluye en el Artículo 46 Proyectos Estratégicos, el Propósito 4 que indica “*Hacer de Bogotá - Región un modelo de movilidad multimodal, incluyente y sostenible, se prioriza: la red de metro regional, conformada por la construcción de la fase I y la extensión de la fase II de la Primera Línea del Metro hasta Suba y Engativá, el Regiotram de Occidente, y el Regiotram del Norte, estructurada y en avance de construcción. Cable de San Cristóbal construido y cable en Usaquén estructurado. Iniciativas de ampliación de vías y acceso a la ciudad como son: AutoNorte, ALO Sur, Avenida Centenario, Av. 68, Av. Ciudad de Cali, extensión troncal Caracas, infraestructura de soporte del transporte público, corredor verde de la carrera Séptima, Avenida Circunvalar de Oriente, Sistema Público de Bicicletas, proyectos de infraestructura ciclo inclusiva como la Ciclo Alameda Medio Milenio y espacio público. Una estrategia de centros de des-consolidación de carga implementada. Ampliación y mejoramiento de la red de ciclorrutas. Estaciones del sistema Transmilenio ampliadas y/o mejoradas.*

Para dar cumplimiento al Plan de Desarrollo y Plan de Gobierno y en ejercicio de sus funciones, LA EMB elaboró un documento en el cual constan los resultados del análisis de alternativas para la expansión de la PLMB Tramo 1 denominado “IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS PARA LA EXPANSIÓN DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ TRAMO 1 (PLMB – T1)”.

En el citado estudio, LA EMB identificó las siguientes zonas con necesidad de cobertura que podrían lograrse a partir de la expansión del proyecto PLMB Tramo 1: 1) la zona noroccidental de la ciudad, donde se ubican las localidades de Engativá y Suba, y 2) el nodo de comercio y servicio de las localidades de Usaquén y Suba. Las expansiones hacia las mencionadas zonas tienen un soporte técnico desde el punto de vista de indicadores de transporte dado que se ha estimado que generan beneficios tanto para la PLMB Tramo 1 como para el sistema de transporte de la ciudad.

Las expansiones de la PLMB-T1 hacia las zonas indicadas previamente han sido previamente incluidas en los estudios de planeación de transporte para líneas de metro para la ciudad de Bogotá y en instrumentos de planificación urbana vigentes. Entre los estudios mencionados es posible referenciar los siguientes:

a. Estudio “Estudio de Factibilidad y Realización de un Sistema de Transporte Masivo para Bogotá” realizado por el grupo INECO-SOFRETU en el año 1981 y que definió el trazado de una Línea Prioritaria de 23.6 kilómetros que recorre las localidades de Bosa, Kennedy, Puente Aranda, Los Mártires, Santa Fe, La Candelaria, Chapinero, Barrios Unidos y Engativá.

b. Estudio “Rehabilitación de Corredores Férreos” realizado por el grupo Intermetro – SPA realizado entre el año 1981 y 1990 y que definió el trazado de una Línea Prioritaria de 23 kilómetros que recorre las localidades de Ciudad Bolívar, Bosa, Kennedy, Puente Aranda, Puente Aranda, Los Mártires, Santa Fe, La Candelaria y Teusaquillo.

c. Estudio “Plan Maestro de Transporte Urbano de Santafé de Bogotá” realizado por la agencia de Cooperación Internacional de Japón realizado en el año 1996 y que definió el trazado de una Línea Prioritaria de 40 kilómetros que recorre las localidades Bosa, Kennedy, Ciudad Bolívar, Puente Aranda, Antonio Nariño, Los Mártires, Teusaquillo, Barrios Unidos, Suba y Usaquén.

d. Estudio “Diseño Conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo de la Sabana de Bogotá” realizado por el grupo INGETEC- BEHCTEL – SYSTRA en el año 1997 y que definió el trazado de una Línea Prioritaria de 29.1 kilómetros que recorre las localidades de Kennedy, Puente Aranda, Los Mártires, Santa Fe, La Candelaria, Chapinero, Barrios Unidos y Engativá.

e. Estudio “Diseño conceptual de la red de transporte masivo metro y diseño operacional, dimensionamiento legal y financiero de la primera línea del metro en el marco del Sistema Integrado De Transporte Público-SITP- para la ciudad de Bogotá” realizado por la Unión Temporal SENER, ALG, GARRIGUES, SANTANDER, INCOPLAN y TMB en el año 2008 y que definió el trazado de una Línea Prioritaria de 27.5 kilómetros - que definió el inicio del proyecto PLMB- T1, y que recorre las localidades de Kennedy, Puente Aranda, Los Mártires, Santa Fe, La Candelaria, Chapinero, Barrios Unidos y Usaquén.

Derivado de lo anterior, resulta necesario adelantar la planeación y la estructuración integral de la Línea 2 Metro de Bogotá y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá – Cundinamarca, siendo responsabilidad de LA EMB adelantar la planificación y desarrollo de la L2MB.

Conforme a lo definido en el artículo 12 de la Ley 1682 de 2013 los “Estudios De Ingeniería” que se adelantan para la ejecución de proyectos de infraestructura son: (i) Fase 1- Prefactibilidad; (ii) Fase 2 – Factibilidad, y (iii) Fase 3 Estudios y Diseños definitivos. En armonía con esta definición es que las actividades de maduración y estructuración integral de proyectos de infraestructura desarrollan, además, los componentes legal, financiero y de riesgos para realizar el diseño de la transacción y su preparación para un proceso licitatorio.

El 21 de febrero de 2020, LA EMB y LA FDN suscribieron el Convenio Interadministrativo 068 de 2020 cuyo objeto consistió en: *“Aunar esfuerzos técnicos, económicos y administrativos para: (i) Realizar la formulación, análisis y priorización de alternativas para la expansión del PLMB-T1, y (ii) elaborar estudios y diseños a nivel de prefactibilidad de la alternativa seleccionada para la expansión de la PLMB-T1 y su articulación con otros proyectos de transporte de la región Bogotá – Cundinamarca. Las actividades, entregables, estudios y diseños objeto del presente Convenio serán únicamente los que se detallan en la Cláusula Segunda de este Convenio” (en adelante el “Convenio 068”).*

En la Cláusula Segunda del Convenio 068 denominada “Alcance del objeto”, se definieron las siguientes fases para el desarrollo del estudio de alternativas y los estudios y diseños a nivel de prefactibilidad del proyecto de expansión:

“a) Fase 1 “Formulación de Alternativas”: En esta fase se adelantará:

I. La validación y verificación de la zona hacia la cuál debe expandirse la PLMB-T1 (PLMB- T1) teniendo en cuenta el documento técnico de soporte denominado “IDENTIFICACIÓN PRELIMINAR DE ALTERNATIVAS PARA LA EXPANSIÓN DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ TRAMO 1 (PLMB – T1)”, desarrollado por la EMB.

II. Identificación y caracterización de alternativas de trazado, de alineamiento vertical, tipo de conexión con tramo 1 de la PLMB y disponibilidad de patio, para la alternativa de expansión, con base en los análisis del numeral I) anterior.

b) Fase 2 "Análisis de Alternativas": Consiste en desarrollar un análisis de alternativas a través de una evaluación multicriterio, con base en información secundaria y teniendo cuenta una matriz de criterios, indicadores y pesos que será entregada previo al inicio de esta Fase por parte de la EMB, que permita identificar la solución de mejor desempeño, entre las alternativas identificadas en la Fase 1.

El resultado principal de esta fase debe ser la definición de un "Proyecto de Expansión Priorizado" que puede estar compuesto por uno o más tramos de red e infraestructura complementaria, y que deberá estar acotado a la disponibilidad de recursos que se identifiquen en un análisis de fuentes de pago. El "Proyecto de Expansión Priorizado" deberá ser puesto a consideración del "Comité Técnico", quien deberá aprobar continuar con la ejecución de la Fase 3 de este Convenio. En todo caso, la longitud total del "Proyecto de Expansión Priorizado" no deberá exceder los 16 kilómetros.

c) Fase 3. "Estudios y Diseños a nivel de prefactibilidad": Consiste en el desarrollo de estudios y diseños a nivel de prefactibilidad del "Proyecto de Expansión Priorizado", basados en información exclusivamente secundaria."

Como resultado de la fase 3 del convenio 068 de 2020, se definió el proyecto de expansión priorizado.

Teniendo en cuenta los antecedentes antes descritos y de acuerdo con la necesidad de adelantar la estructuración integral del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá en sus componentes legal, riesgos, técnico, y financiero, LA EMB y LA FDN suscribieron el Contrato Interadministrativo 136 de 12 de abril de 2021 (en adelante el "Contrato Interadministrativo").

Con ocasión del Contrato Interadministrativo, la FDN firmó con La Unión Temporal MOVIUS suscribió contrato 56 de 2021 el cual tiene por objeto "REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO", aclarando que la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social está inmerso dentro del anterior alcance y se tomó de base las decisiones y estudios desarrollados en la etapa de prefactibilidad

La Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) es un Banco de Desarrollo especializado en infraestructura que se enfoca en la financiación y estructuración integral de proyectos en este sector. En este sentido, se suscribió el Contrato Interadministrativo No. 136 de 2021 con la Empresa Metro de Bogotá con el objeto de "Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero (El proyecto)".

Por otra parte, con el fin de garantizar una revisión y validación independiente de los productos entregados por la UT-MOVIUS, incluido el EIAS, la FDN suscribió el Contrato No. 65 de 2021 con la EGIS CONSULTORÍA SAS cuyo objeto es realizar la "Interventoría técnica, administrativa, legal y financiera de los estudios y diseños técnicos de factibilidad que hacen parte del contrato de consultoría..."

La estructura de los actores y participantes del proyecto se presenta en la siguiente figura

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL - L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-IN-001-VE

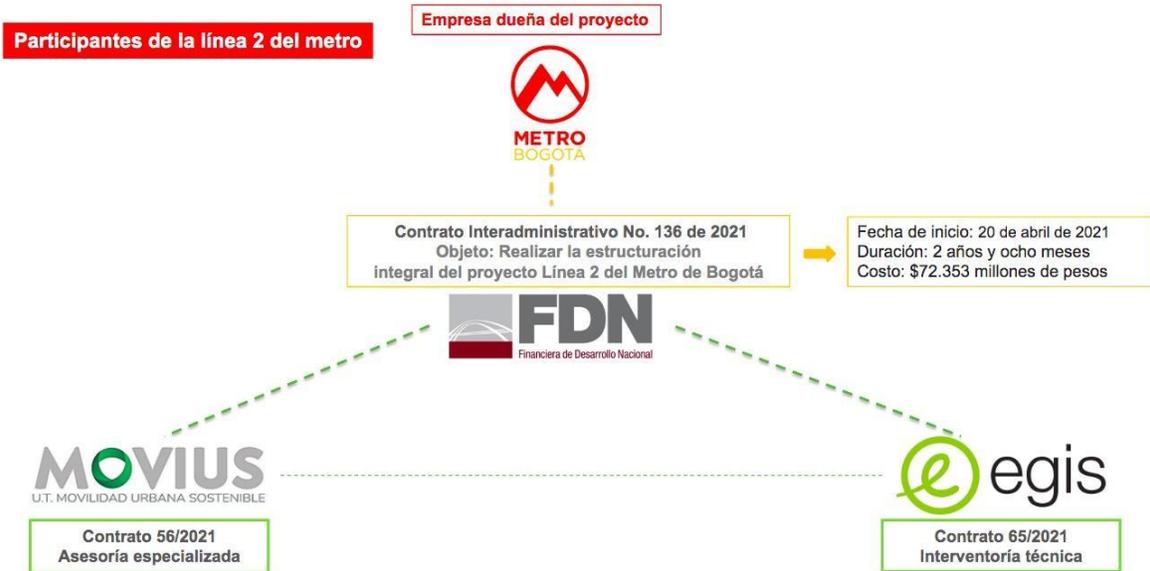


Figura 2..Estructura participantes proyecto L2MB
Fuente. UT MOVIUS 2022

La Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) es un Banco de Desarrollo especializado en infraestructura que se enfoca en la financiación y estructuración integral de proyectos en este sector. En este sentido, se suscribió del Contrato Interadministrativo No. 136 de 2021 con la Empresa Metro de Bogotá con el objeto de “Realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legales, de riesgos, técnico y financiero (El proyecto)”.

Para cumplir este objetivo, la FDN como estructurador integral del Proyecto suscribió el Contrato 56 de 2021 con la Unión Temporal Movius para “prestar los servicios de asesoría técnica especializada en los componentes legal, de riesgos, técnico y financiero de la línea 2 del Metro de Bogotá” quienes, como asesores expertos, entre otros entregables, se encargan de la elaboración del EIAS, acorde con lo establecido en la Especificación Técnica No. 5 (ET-05), del Entregable 13.

Por otra parte, con el fin de garantizar una revisión y validación independiente de los productos entregados por la UT-MOVIUS, incluido el EIAS, la FDN suscribió el Contrato No. 65 de 2021 con la EGIS CONSULTORÍA SAS cuyo objeto es realizar la “Interventoría técnica, administrativa, legal y financiera de los estudios y diseños técnicos de factibilidad que hacen parte del contrato de consultoría...”

Ahora bien, como resultado de la Fase 1 del convenio, la alternativa correspondiente a la nueva línea en el corredor Calle 72 – Avenida Ciudad de Cali se confirmó como la alternativa más eficiente.

La fase 2 permitió la definición del “Proyecto de Expansión Priorizado”, correspondiente a la alternativa de línea independiente Calle 72 – Av. Cali – ALO en tipología soterrada, la cual llega hasta el patio-taller en el polígono de Fontanar del Río.

Para llegar a esta definición, en la fase 2 se analizaron y evaluaron las alternativas previamente seleccionadas en la fase 1 del estudio. Se realizó la selección de la zona de expansión de la PLMB-T1 y se identificaron 18 alternativas de trazado con la finalidad de llegar al proyecto de expansión priorizado.



Las 18 Alternativas de trazado identificadas fueron analizadas en el marco de los Términos de Condiciones Contractuales – TCC y acordadas con la Empresa Metro de Bogotá EMB y la Financiera de Desarrollo Nacional – FDN, abarcando todos los componentes (ambiental, urbano-paisajístico, beneficios sociales generados por el transporte y financiero) facilitando la toma de decisión por parte del Comité Técnico compuesto por representantes de la FDN y EMB. Finalmente, mediante el acta No. 7, se definieron 14 alternativas para la Fase 2.

A continuación, en la Tabla. 6 se presentan de forma resumida las 14 alternativas analizadas:

Tabla 6. Características generales de las alternativas analizadas

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Longitud Total (Km)	Longitud Elevado (Km)	Longitud Subterráneo (Km)	Longitud Nivel (Km)	Estación elevada (Un)	Estación subterránea (Un)
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión	15.14	14.04	1.10	0.00	10	0
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	16.31	15.21	1.10	0.00	10	0
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión	15.80	15.80	0.00	0.00	12	0
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	16.98	16.98	0.00	0.00	12	0
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión	15.79	4.46	11.33	0.00	3	9
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	16.72	3.57	13.15	0.00	11	2
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión	13.70	11.98	0.00	1.72	9	0
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	14.91	13.19	0.00	1.72	9	0
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Extensión	15.94	15.94	0.00	0.00	11	0
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva	15.82	1.34	14.48	0.00	0	11

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1	Longitud Total (Km)	Longitud Elevado (Km)	Longitud Subterráneo (Km)	Longitud Nivel (Km)	Estación elevada (Un)	Estación subterránea (Un)
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva	15.31	15.31	0.00	0.00	0	11
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	15.16	1.32	13.84	0.00	11	0
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva	14.73	0.00	14.73	0.00	0	10
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva	14.73	7.34	7.39	0.00	5	5

Nota: Las distancias registradas corresponden a longitud de vía metro doble y no consideran el tramo de línea al patio taller. Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá.

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

De acuerdo con las mesas de trabajo y presentaciones con EMB, FDN y Distrito, se desarrollaron análisis adicionales para interpretar con más detalle las variables no incluidas en la matriz multicriterio. Estos análisis permitieron caracterizar y excluir de la evaluación ciertas alternativas, por sus limitaciones en materia de transporte, operacionales, financieras o de riesgos.

Luego de seleccionar 14 alternativas y realizar el análisis anterior, se definieron 10 alternativas que son consideradas como Línea Nueva y sin Extensión de la Calle 100. A continuación, en la Tabla. 7 se muestra el listado de alternativas que serán incorporadas en la evaluación multicriterio para la selección de la Alternativa:

Tabla 7. Alternativas evaluadas en la Fase 2 para la selección de la alternativa de mejor desempeño

Alternativa	Corredor	Tipología de línea	Tipo de Conexión línea 1
2.01	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Extensión
2.02	Calle 127 – Av. Rincón – Av. Cali	Mixta	Línea nueva
2.03	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Extensión
2.04	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva
2.05	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Extensión
2.06	Calle 100 – Av. 68 – Cl 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva
2.07	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Extensión
2.08	Canal Rionegro – Av. Cali	Elevada	Línea nueva
2.09	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Elevada	Extensión
2.10	Calle 80 – Av. Cali – Av. Rincón	Mixta	Línea nueva
2.11	Calle 80 – Av. Cali	Elevada	Línea nueva
2.12	Calle 80 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva
2.13	Calle 72 – Av. Cali	Subterránea	Línea nueva
2.14	Calle 72 – Av. Cali	Mixta	Línea nueva

Fuente: Unión Temporal Egis-Steer Metro de Bogotá, 2020

De la evaluación realizada a las 10 alternativas, en la matriz multicriterio, se obtuvo como resultado que la alternativa de, la Calle 72 – Av. Cali es la alternativa con mayor puntaje entre las 10 alternativas, independientemente de su tipología.

La diferencia entre Oferta Conservadora y Optimista no es significativa en el análisis. En segundo lugar, se encuentra la Calle 80 – Av. Cali- Av. Rincón.

La alternativa con la mejor calificación de las catorce (14) alternativas estudiadas corresponde A la alternativa Calle 72 – Avenida Cali, Línea nueva tipología mixta”.

La alternativa de mejor desempeño de acuerdo con el análisis se caracteriza por tener índices superiores al promedio en los criterios, que representan el 56,8% del total de la ponderación de la matriz.

A continuación, en la Figura 3 se presenta el trazado de la alternativa definida.

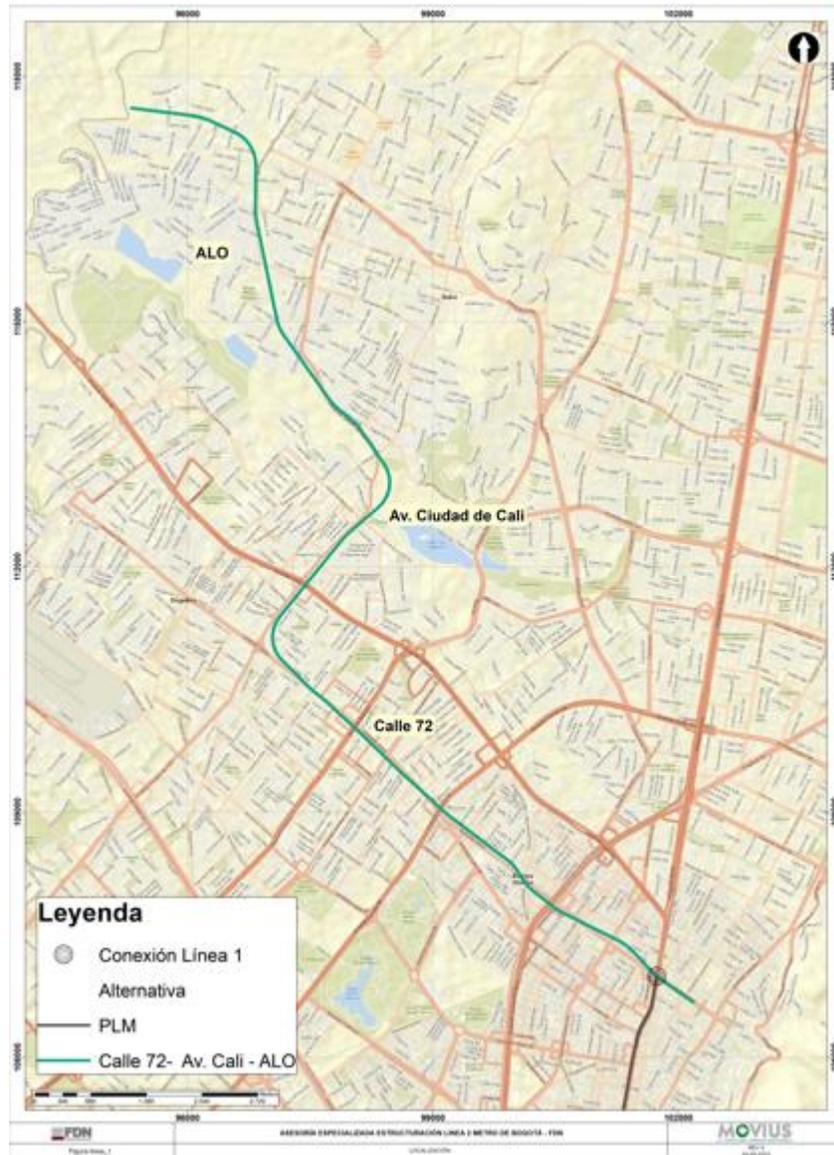


Figura 3. Proyecto de Expansión Priorizado

Elaborado por UT MOVIUS 2022 con información FDN. Anexo 6 – Especificaciones generales del servicio

Es preciso resaltar que los criterios socioambientales para la elección de esta alternativa fueron los siguientes:

Tabla 8. Criterios socioambientales - alternativas

COMPONENTE	CRITERIO
Afectación Ambiental	Elementos de la Estructura Ecológica Principal
	Dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua
	Geomorfología del terreno
	Biodiversidad y Conectividad ecológica estructural y funcional
	Ruido Urbano
Afectación social	Afectación a comunidades y territorio
Beneficios Sociales	Mejoras de Transporte
	Integración

El proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, en consecuencia, se constituye en el objeto de la elaboración de los estudios y diseños de factibilidad y la estructuración del Proyecto, cuyos alcances técnicos y ambientales detallados se establecen en la Convocatoria pública FDN – VE – CP – 07 - 2021.

Adicional a lo anterior, es importante resaltar los estudios previos para la ejecución de los proyectos de la PLMB aclarando que esta incluye todos los estudios realizados articulados finalmente con CONPES 3900 de 2017, a continuación se presenta la historia de estos estudios.

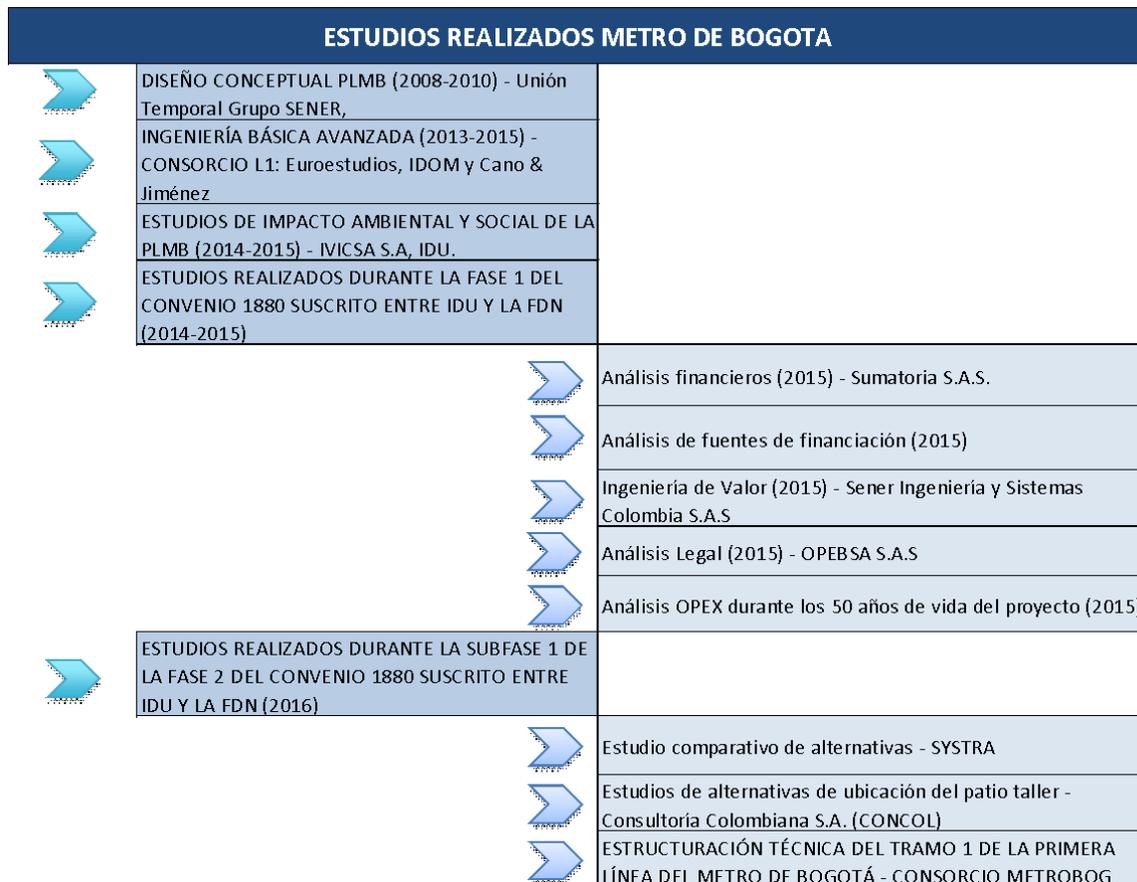


Figura 4. Relación de estudios realizados proyecto Metro de Bogotá
Elaborado por UT MOVIUS 2022 con información FDN.

Esta información puede ser ampliada en el Anexo 1-1 Evaluación multicriterio de alternativas.

2.5.3. Lecciones aprendidas

En el desarrollo del presente Estudio, se consideraron las lecciones aprendidas que han surgido en el desarrollo de la primera línea del metro de Bogotá - la PLMB, las cuales se presentan en el Anexo 2.1 Lecciones aprendidas PLMB

2.5.4. Marco Legal e institucional



El resumen normativo que se presenta en el capítulo 4. Marco Legal VD, en donde se ilustran las Leyes y Decretos vigentes y aplicables a los proyectos de construcción de infraestructura pública en toda la extensión del Territorio Colombiano y nivel distrital. Los temas generales de las normas están relacionados con el ordenamiento territorial, vertimientos, residuos sólidos, aire y ruido, aprovechamiento forestal, manejo de recursos, diversidad biológica, áreas protegidas, entre otros.

Se describe el marco legal e institucional aplicable al proyecto. En la sección 4.1 se describe la normatividad ambiental, social y de seguridad y salud en el trabajo vigente aplicable al proyecto L2MB, la sección 4.2 contiene la normatividad distrital relevante aplicable. Finalmente, la sección 4.3 trata sobre los diferentes permisos requeridos para construir y operar el proyecto.

También en la sección 4.5, se encuentran los describen los estándares internacionales o Estándares Ambientales y Sociales de la banca multilateral ambiental y social que se consideran aplicables al proyecto.

Es importante aclarar que de acuerdo a la legislación Colombiana, la L2MB no requiere licencia ambiental, debido a que no es una obra, proyecto o actividad de carácter regional, por lo que no cumple los postulados establecidos en el numeral 9 del artículo 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015.

Sin embargo lo anterior, la Empresa Metro de Bogotá ha estructurado dentro de los estudios del proyecto, la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS), que cumpla con las mejores prácticas de ingeniería en proyectos de similares condiciones. Asimismo, como resultado del EIAS ha elaborado el Plan de Manejo Ambiental y Social a implementar durante la ejecución de obras y la relación de todos aquellos permisos ambientales requeridos para tal fin. Los trámites y permisos que se requiere desde los componentes ambiental y social se dan en dos momentos, primero durante la ejecución de la asesoría y segundo como parte de la ejecución de las obras del proyecto.

Por otro lado, el proyecto se desarrolló siguiendo los Estándares Ambientales y Sociales de la banca multilateral que se consideran aplicables al proyecto, según el siguiente listado³. En lo sucesivo, cuando en la EIAS se mencionan las Salvaguardias, se está haciendo referencia a los Estándares Ambiental y Sociales de la banca multilateral según el desglose a continuación:

- Normas de desempeño IFC. International Finance Corporation (Corporación Financiera Internacional)
- Guía sobre medio ambiente, salud y seguridad Ferrocarriles IFC
- Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad IFC
- Marco ambiental y social Banco Mundial
- Normas de Desempeño Ambiental y Social del Banco Interamericano de Desarrollo – BID
- Estándares ambientales y sociales Banco Europeo De Inversiones – BEI
- Estándares ambientales y sociales CAF

³ La descripción de los estándares internacionales o Estándares Ambientales y Sociales de la banca multilateral ambiental se encuentra desglosado en el numeral 4.5. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL del Capítulo 4 Marco Legal.

Igualmente se adelantó análisis de brechas con los siguientes estándares, marcos y normas de desempeño de la Banca Multilateral: i) Marco Ambiental y Social del Banco Mundial (2016), ii) Marco de Política Ambiental y Social del BID (2020), iii) Normas Medio Ambientales y Sociales del BEI (2022) y iv) Normas de Desempeño de la IFC (2012), las cuales en la Tabla 9 se remite un resumen de las principales brechas identificadas en el Anexo 2-3 - Análisis brechas EAS vs Noma L2MB.

A partir del análisis realizado, se procedió con la validación de estas con los profesionales ambientales, sociales y SST de las diferentes Bancas y se desarrollarán los instrumentos establecidos por cada entidad para la gestión de brechas, entre las que podemos destacar el Environmental and Social Action Plan (ESAP) del BID y el Plan de Compromiso Ambiental y Social (PCAS) del Banco Mundial.

Tabla 9. Análisis de Brechas

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
Matriz para el análisis de brechas Evaluación y Gestión de Riesgos e Impactos Ambientales y Sociales EAS1			
El Prestatario evaluará y gestionará los riesgos e impactos ambientales y sociales del proyecto y hará el seguimiento correspondiente durante todo el ciclo para cumplir con los requisitos de los EAS en una manera y en un plazo aceptable para el Banco.	Decreto 1076 de 2015 "Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"	Según comunicación de la SDA 2022EE150539 del 17/06/2022, el proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá se desarrollará únicamente dentro del perímetro de Bogotá D.C., específicamente entre la Calle 72 y el barrio Fontanar por la Avenida transversal de Suba, razón por la cual se concluye que el proyecto objeto de consulta no requiere licencia ambiental debido a que no es una obra, proyecto o actividad de carácter regional, por lo que no cumple los postulados establecidos en el numeral 9 del artículo 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015.	Para el proyecto de la L2MB, no existe brecha dado que para la factibilidad del proyecto se elaboraron los términos de referencia – TdR, los cuales incluían entre otros la identificación y evaluación de impactos ambientales y sociales e impactos acumulativos, el proceso de participación y consulta de las partes interesadas.
En el proyecto se aplicarán los requisitos pertinentes de las GMASS. Cuando los requisitos del país anfitrión difieran de los niveles y las medidas presentadas en las GMASS, el Prestatario deberá lograr o implementar los que sean más rigurosos. Si, en vista de las limitaciones técnicas o financieras del Prestatario o de otras circunstancias específicas del proyecto, resulta adecuado aplicar niveles menos rigurosos que los estipulados en las GMASS, el Prestatario brindará una justificación completa y detallada de las alternativas propuestas a través de la evaluación ambiental y social. Esta justificación debe demostrar, a satisfacción del Banco, que la elección de un nivel de desempeño alternativo es coherente con los objetivos de los EAS y las GMASS aplicables, y que es poco probable que se generen daños ambientales o sociales significativos.	Decreto 1076 de 2015 "Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"	En los TdR para la contratación de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS, se incluyó que el análisis de las medidas debería realizarse conforme a la ley aplicable, los estándares y las guías de la Banca Multilateral	En los Apéndices Técnicos del contrato de Concesión, se establecerá que el concesionario deberá aplicar la norma más restrictiva para la ejecución del proyecto.
En la evaluación ambiental y social también se tendrán en cuenta los riesgos e impactos asociados con los proveedores primarios, según requieren los EAS 2 y 6. El prestatario abordará dichos riesgos e impactos de una manera proporcional a su control o influencia sobre sus proveedores primarios, como se estipula en los EAS 2 y 6.	Decreto 1076 de 2015 "Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"	Respecto a los proveedores primarios y sus funciones centrales, se ha detectado que la normativa colombiana no define estos conceptos y que no se encuentra dentro de la normativa un lineamiento relacionado con la identificación y evaluación de los riesgos e impactos provenientes de sus actividades para el proyecto objeto de licenciamiento; sin embargo, se requiere evidenciar que estos	En los Apéndices Técnicos del contrato de Concesión, se establecerá que el concesionario deberá actualizar la base de datos de los proveedores primarios, los cuales deberán cumplir con la ley aplicable, los estándares y guías de la Banca Multilateral, teniendo la identificación y evaluación de los riesgos

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
		cuentan con los permisos y licencias requeridos para el desarrollo de sus actividades dentro del proyecto. Tampoco, se establece un proceso de revisión o auditoría para que el proyecto ejerza el control sobre los impactos en cuestión.	e impactos provenientes de sus actividades para el proyecto.
Matriz para el análisis de brechas Trabajo y Condiciones Laborales- EAS2			
A. Condiciones laborales y manejo de las relaciones con los trabajadores			
El Prestatario elaborará e implementará procedimientos escritos de gestión de la mano de obra aplicables al proyecto. Estos procedimientos establecerán la manera en la que se tratará a los trabajadores del proyecto, de conformidad con los requisitos de las leyes nacionales y este EAS9. Los procedimientos abordarán la manera en que se aplicará este EAS a las distintas categorías de trabajadores del proyecto, incluidos los trabajadores directos, y la manera en que el Prestatario exigirá a los terceros que traten a sus trabajadores, de conformidad con los párrafos 31 a 33.	Decreto 1072 de 2015 «Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible»	La normatividad les exige a los proyectos contar con los sistemas de seguridad y salud en el trabajo, que incluya los procedimientos para la gestión de los riesgos laborales de todos los trabajadores sin importar su tipo de vinculación.	Se elaborará un plan de gestión de mano de obra para todos los trabajadores de la línea 2 del metro de Bogotá.
B. Mecanismo de atención de quejas y reclamos			
Se establecerá un mecanismo de atención de quejas y reclamos para todos los trabajadores directos y contratados y, cuando sea pertinente, para sus organizaciones), a fin de que puedan plantear inquietudes sobre el lugar de trabajo Los trabajadores serán informados acerca del mecanismo de atención de quejas y reclamos en el momento de la contratación y se tomarán medidas para protegerlos contra represalias por su uso. Asimismo, se adoptarán medidas para que todos los trabajadores del proyecto puedan acceder fácilmente a dicho mecanismo.	No Aplica	El mecanismo de atención de quejas y reclamos para todos los trabajadores directos y contratados se garantizará mediante garantizará el abordaje oportuno de inquietudes específicas los trabajadores directos y contratados.	En los Apéndices Técnicos del contrato de Concesión, se establecerá que el concesionario presentará el sistema de PQRS para trabajadores del Concesionario.
C. Salud y seguridad ocupacional			
En el proyecto se aplicarán medidas relativas a la seguridad y salud ocupacional (SSO). Estas incluirán los requisitos de esta sección y tendrán también en cuenta las GMASS generales y, según corresponda, las GMASS específicas de cada sector y otras BPiI. Las medidas de SSO que se apliquen al proyecto se estipularán en el acuerdo legal y el PCAS.	Decreto 1072 de 2015 «Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible»	La normatividad le exige a los proyectos contar con los Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo - SGSST	No se presentan brechas entre los estándares y la normatividad nacional.
D. Trabajadores contratados			

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
<p>El Prestatario hará un esfuerzo razonable para asegurarse de que los terceros que contraten trabajadores sean entidades legítimas y confiables, y que cuenten con procedimientos de gestión de la mano de obra aplicables al proyecto que les permitan operar conforme a los requisitos de este EAS, excepto los párrafos 34 a 42.</p> <p>El Prestatario establecerá procedimientos para administrar y supervisar el desempeño de dichos terceros en relación con los requisitos de este EAS. Además, incorporará los requisitos de este EAS en los acuerdos contractuales que suscriba con los terceros, junto con recursos legales adecuados para casos de incumplimiento. En caso de subcontratación, el Prestatario exigirá a dichos terceros que incluyan requisitos equivalentes y recursos legales para casos de incumplimiento en los acuerdos contractuales que suscriban con sus subcontratistas.</p>	Decreto 1072 de 2015 «Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible»	La normatividad les exige a los proyectos contar con los sistemas de seguridad y salud en el trabajo, que incluya los procedimientos para la gestión de mano de obra.	EL los TdR del contrato de Concesión, se establecerá que el concesionario presentará dentro del PGSST los procedimientos para la contratación de mano de obra.
Los trabajadores contratados tendrán acceso a un mecanismo de atención de quejas y reclamos. En los casos en que el tercero que emplea o contrata a los trabajadores no sea capaz de ofrecer este mecanismo, el Prestatario hará que los trabajadores contratados puedan acceder al mecanismo de atención de quejas y reclamos que se establece en la sección C de este EAS.	No Aplica	El mecanismo de atención de quejas y reclamos para todos los trabajadores directos y contratados se garantizará mediante garantizará el abordaje oportuno de inquietudes específicas los trabajadores directos y contratados.	En los Apéndices Técnicos del contrato de Concesión, se establecerá que el concesionario presentará dentro del PGSST los procedimientos para la contratación de mano de obra.
E. Trabajadores comunitarios			
Los proyectos pueden involucrar el uso de trabajadores comunitarios en diversas circunstancias, como cuando la mano de obra es aportada por la comunidad como contribución al proyecto o cuando los proyectos se diseñan y llevan a cabo con el fin de fomentar el desarrollo impulsado por la comunidad, y brindar una red de protección social o asistencia específica en situaciones frágiles y afectadas por conflictos. Dada la naturaleza y los objetivos de dichos proyectos, es posible que no resulte adecuado aplicar todos los requisitos del EAS 2.	Decreto 1072 de 2015 «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo»	La normatividad le exige a los proyectos contar con los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el cual se incluyen los procedimientos para la gestión de mano de obra.	En los Apéndices técnicos del contrato de Concesión, se establecerá que el concesionario presentará dentro del PGSST los procedimientos para la contratación de mano de obra.
Matriz para el análisis de brechas Eficiencia en el Uso de los Recursos y Prevención y Gestión de la Contaminación -EAS3			
Eficiencia en el uso de los recursos			
El Prestatario implementará medidas técnica y financieramente posibles para lograr mayor eficiencia en su consumo de energía, agua, materias primas y otros recursos. Tales medidas incorporarán los principios de producción más limpia en el diseño del producto y los procesos de producción, con el objetivo	Política Nacional de Producción más Limpia	En Colombia, con el establecimiento de la Política Nacional de PML se impulsa la iniciativa concebida como una estrategia de gestión ambiental orientada a prevenir la	Para el proyecto de la L2MB no existe brecha. Dado que las iniciativas de PML no forman parte de una obligación o un

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
de conservar las materias primas, la energía, el agua y otros recursos. Cuando haya parámetros de referencia disponible, el Prestatario hará una comparación para establecer el nivel relativo de eficiencia.	Plan Nacional Negocios verdes 2022-2030 Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC)	contaminación y optimizar la eficiencia de los procesos productivos a partir de la introducción de buenas prácticas de manufactura y la adaptación de tecnologías más limpias. Asimismo, se cuenta con guías que pueden adoptar los distintos sectores productivos, al igual que centros especializados en asistencia técnica y capacitación en PML.	requisito por cumplir dentro de la normativa nacional y, en ese sentido, no se constituyen como un requisito de obligatorio cumplimiento para los proyectos. La normativa colombiana no establece niveles o valores de referencia para determinar si los sectores o los proyectos están siendo eficientes en el consumo de energía, agua, materias primas, entre otros recursos.
A. Uso de la energía			
El uso eficiente de la energía es para el Prestatario una forma importante de contribuir con el desarrollo sostenible. Cuando en el proyecto se consuman cantidades potencialmente significativas de energía, además de cumplir con los requisitos de este EAS referidos a la eficiencia en el uso de los recursos, el Prestatario deberá adoptar las medidas especificadas en las GMASS para optimizar el consumo de energía, en la medida que sea técnica y financieramente posible.	Ley 697 de 2001 «Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones» Ley 1715 de 2014 «Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional» Decreto 1073 de 2015 «Por la cual medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía»: Resolución 40156 de 2022 «Por la cual se adopta el Plan de acción indicativo 2022-2030	El Gobierno colombiano en su marco normativo se ha orientado a definir políticas públicas e instrumentos económicos para incentivar el uso racional y eficiente de la energía.	Para el proyecto de la L2MB no existe brecha. Dado que las iniciativas de PML no forman parte de una obligación o un requisito por cumplir dentro de la normativa nacional y, en ese sentido, no se constituyen como un requisito de obligatorio cumplimiento para los proyectos, sin embargo, en la factibilidad del proyecto se elaboraron los términos de referencia – TdR, los cuales incluían entre otros el análisis del riesgo de cambio climático y como medida la estimación de GEI para las etapas de construcción y operación del proyecto y los programas de manejo para los impactos identificados entre los cuales se encuentran el programa de uso eficiente de energía.

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
	para el desarrollo del Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROURE)»		
B. Uso del agua			
<p>Cuando el proyecto consuma cantidades potencialmente significativas de agua o tenga impactos potencialmente significativos en la calidad del agua, además de cumplir con los requisitos de este EAS referidos a la eficiencia en el uso de los recursos, el Prestatario deberá adoptar medidas técnica y financieramente posibles para evitar o minimizar el consumo de agua en el proyecto, a fin de que dicho consumo no tenga impactos significativamente adversos en las comunidades, otros usuarios y el medio ambiente. Estas medidas incluyen, entre otras, medidas adicionales de conservación del agua técnicamente posibles en las operaciones del Prestatario, el uso de suministros alternativos de agua, acciones para contrarrestar el consumo de agua y mantener la demanda total de recursos hídricos dentro del suministro disponible, y la evaluación de ubicaciones alternativas para el proyecto.</p>	<p>Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH)</p> <p>Ley 373 de 1997 «Por la cual se establece el Programa del Uso Eficiente y Ahorro del Agua»:</p> <p>Decreto 1076 de 2015 «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible»</p> <p>Resolución 1257 de 2018 «Por la cual se desarrollan los parágrafos 1 y 2 del artículo 2.2.3.2.1.1.3. del Decreto 1090 de 2018, mediante el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015»:</p> <p>Resolución 1207 de 2014 «Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas»</p> <p>Decreto 1090 DE 2018 «Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único</p>	<p>De acuerdo con el marco regulatorio, todo aquel que haga uso directo de una fuente de agua natural está obligado a tramitar la respectiva concesión y desarrollar el PUEAA que está basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento, la demanda de agua y el plan de acción, que incluye las actividades tendientes a controlar el consumo de agua y mantener la demanda total de los recursos hídricos utilizados.</p> <p>Se tiene establecido que todos los proyectos obligados a presentar el PUEAA deben elaborar el balance hídrico, identificar e implementar las oportunidades para lograr mayor eficiencia en el consumo de agua, y realizar el análisis del uso específico del agua.</p>	<p>Para el proyecto de la L2MB no existe brecha. Dado que no se tramitará concesión de agua para el desarrollo de las actividades del proyecto, sin embargo, en la factibilidad del proyecto se elaboraron los términos de referencia – TdR, los cuales incluían entre otros los programas de manejo para los impactos identificados entre los cuales se encuentran el Programa de uso eficiente de agua.</p>

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
	Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua y se dictan otras disposiciones"»		
C. Uso de materias primas			
<p>Cuando el proyecto use cantidades potencialmente significativas de materias primas, además de cumplir con los requisitos de este EAS referidos a la eficiencia en el uso de los recursos, el Prestatario deberá adoptar las medidas⁴ especificadas en las GMASS y otras BPII para respaldar el uso eficiente de materias primas, en la medida que sea técnica y financieramente posible.</p>	<p>Conpes 3874 de 2016 «Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos»</p> <p>Decreto 1076 de 2015 «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible»</p> <p>Resolución 0472 de 2017 «Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones», modificada por la Resolución 1257 de 2021.</p>	<p>En el marco de los EIA, se discriminan y describen los diferentes tipos de productos y materias primas que se utilizarán durante el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto. Asimismo, se sustentan los mecanismos técnicos y actividades específicas orientadas hacia la gestión de los productos y materias primas, de manera que se garantice su óptimo manejo, se minimicen los riesgos intrínsecos de la operación de cada producto y de cada materia prima, y se prevengan los impactos potenciales que se puedan derivar de su utilización.</p>	<p>Para el desarrollo de la L2MB se contempla la reutilización de residuos de construcción y demolición – RCD.</p>
Matriz para el análisis de brechas Salud y Seguridad de la Comunidad EAS4:			
A. Salud y seguridad de la comunidad			
Tráfico y seguridad vial			
<p>El Prestatario identificará, evaluará y efectuará el seguimiento los posibles riesgos referidos al tráfico y la seguridad vial para los trabajadores, las comunidades afectadas y los usuarios de carreteras durante todo el ciclo del proyecto y, cuando corresponda, elaborará medidas y planes para abordarlos. El Prestatario incorporará en el diseño del proyecto medidas de seguridad vial técnica y financieramente posibles a fin de evitar y mitigar</p>	<p>Decreto 1072 de 2015 «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo».</p>	<p>La normatividad les exige a los proyectos contar con los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo – SGSST.</p>	<p>Para el proyecto de la L2MB, no existe brecha dado que para la factibilidad del proyecto se elaboraron los términos de referencia – TdR, los cuales incluían entre otros el PGSST el cual incluirá Plan Estratégico de Seguridad Vial y el</p>

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
posibles riesgos relacionados con la seguridad vial para los usuarios de carreteras y las comunidades afectadas.			programa PMA-SOC-06 (Cultura y Movilidad Sostenible).
Preparación y respuesta ante emergencias			
El Prestatario identificará e implementará medidas para abordar las emergencias. Una emergencia es un incidente imprevisto que surge tanto de peligros naturales como creados por el hombre, generalmente en forma de incendios, explosiones, pérdidas o derrames, que pueden ocurrir debido a diferentes razones, entre ellas, la falta de implementación de procedimientos operativos diseñados para evitar su aparición, los acontecimientos meteorológicos extremos o la falta de sistemas de alerta temprana. Las medidas se diseñarán para abordar la emergencia de manera coordinada y expedita, para evitar que cause daños en la salud y la seguridad de la comunidad, y para minimizar, mitigar y compensar los impactos que puedan producirse.	Decreto 1072 de 2015 «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo». Ley 1523 de 2012 «Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones»	La normatividad le exige a los proyectos contar con los Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo - SGSST, Plan de Gestión del Riesgo y Desastres	Para el proyecto de la L2MB, no existe brecha dado que para la factibilidad del proyecto se elaboraron los términos de referencia – TdR, los cuales incluían entre otros la identificación y evaluación de impactos ambientales y sociales, impactos acumulativos, identificación de riesgos, PGSST y PGRD.
B. Personal de seguridad			
Cuando el Prestatario utilice trabajadores directos o contratados para brindar seguridad y proteger a su personal y su propiedad, evaluará los riesgos que estos arreglos de seguridad presenten para quienes estén dentro y fuera del emplazamiento del proyecto. Al establecer tales arreglos, el Prestatario se guiará por los principios de proporcionalidad y las BPIL, y por las leyes aplicables en relación con la contratación, las normas de conducta, la capacitación, la provisión de equipos y el seguimiento de tales trabajadores de seguridad. El Prestatario no autorizará el uso de la fuerza por parte de los trabajadores directos o contratados para brindar seguridad excepto para fines de prevención y defensa y en proporción con la naturaleza y el alcance de la amenaza.	No Aplica	No Aplica	Se elaborará un plan de gestión de mano de obra para todos los trabajadores de la línea 2 del metro de Bogotá, así mismo se elaboraron los términos de referencia – TdR, los cuales incluían entre otros la identificación y evaluación de impactos ambientales y sociales, impactos acumulativos, y medidas de manejo tendientes a la protección a la infraestructura y bienes de terceros
Matriz para el análisis de brechas Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario - EAS5			
Requerimientos generales	Constitución Política de Colombia 1991	El Proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB acoge y cumple la legislación nacional y las obligaciones derivadas de los instrumentos internacionales de derechos humanos aplicables, contenidas a nivel nacional en los principios fundamentales de la Constitución Nacional Colombiana de 1991 y a nivel internacional en la Declaración	No se presentan brechas entre los estándares y la normatividad nacional

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
		Universal de Derechos Humanos, adoptada y proclamada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en su resolución 217 A (III), de 10 de diciembre de 1948. De manera particular acoge los Principios Rectores de resolución 50 de la CDH del 17 de abril de 1998, sobre desplazamientos internos, en particular los principios 6, 7 y 8.	
Anexo 1: Instrumentos de reasentamiento involuntario			
Exención de la obligación de compensar o ayudar a quienes ocupen el área del proyecto después de la fecha de corte	Decreto 190 de 2004 Ley 1753 de 2015 Resolución EMB No. 190 (2021)	En el Programa de adquisición de los inmuebles afectados se advierte que la Empresa Metro está exenta de la obligación de compensar, mitigar u ofrecer apoyo alguno a las personas que invadan u ocupen de manera irregular los inmuebles objeto de adquisición proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, después de la fecha límite del censo y posterior a la fecha límite de actualización del censo de las unidades sociales afectadas por traslado involuntario.	La Empresa Metro está exenta de la obligación de compensar, mitigar u ofrecer apoyo alguno a las personas que invadan u ocupen de manera irregular los inmuebles objeto de adquisición proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, después de la fecha límite del censo y posterior a la fecha límite de actualización del censo de las unidades sociales afectadas por traslado involuntario. Se contará con vigilancia de los predios, con el fin de evitar invasiones al predio adquirido.
Diseños alternativos del proyecto para evitar o minimizar reasentamientos.	Ministerio de Transporte. Anexo AAT-A-006. Versión: 001. Marco de Reasentamiento Proyectos de Sistemas de Transporte Público Cofinanciados por la Nación. Mayo de 2023 (Numeral 4.1)	La adquisición de inmuebles se limita, a requerimientos directos del proyecto del Proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, para los fines especificados de obras superficiales del establecimiento del sistema de transporte masivo. (Diseños y construcción adecuación patio-taller estaciones; espacio público y urbanismo, básicamente en zona de estaciones; reconfiguración de infraestructura vial en el área del patio-taller; principalmente estaciones). En los procesos de diseño se consideraron alternativas para evitar o	En los procesos de diseño se consideraron alternativas para evitar o minimizar la adquisición de predios (se desafectaron 84 predios, entre ellos los predios correspondientes a una iglesia y a una huerta comunitaria)

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
		minimizar la adquisición de predios (se desafectaron 84 predios, entre ellos los predios correspondientes a una iglesia y a una huerta comunitaria)	
Diseños alternativos del proyecto para evitar o minimizar reasentamientos.	Ministerio de Transporte. Anexo AAT-A-006. Versión: 001. Marco de Reasentamiento Proyectos de Sistemas de Transporte Público Cofinanciados por la Nación. Mayo de 2023 (Numeral 4.1)	La optimización de los diseños de obras superficiales del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, a partir de la aplicación de criterios sociales y ambientales, permitió desafectar 84 predios que inicialmente se habían considerado los cuales en su mayoría (el 47,6%) correspondían a usos residenciales evitando, de este modo, la afectación de Unidades Sociales localizadas principalmente en la UPZ de Minuto de Dios, de la Localidad de Engativá. Por medio de los ajustes descritos introducidos en el diseño del proyecto se previenen riesgos específicos potenciales para la salud, la seguridad y el bienestar de las personas con sensibilidades tales como edad, género, discapacidad o condiciones de salud a corto o largo plazo	En los procesos de diseño se consideraron alternativas para evitar o minimizar la adquisición de predios (se desafectaron 84 predios, entre ellos los predios correspondientes a una iglesia y a una huerta comunitaria)
Opción de tierras de reposición.		En las áreas intervenidas por el proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB se presenta de manera exclusiva en áreas urbanas consolidadas, por lo tanto, no se producen afectaciones de tenencias rurales colectivas que impliquen la compensación de tierra por tierra	La L2 e presenta de manera exclusiva en áreas urbanas consolidadas, por lo tanto, no se producen afectaciones de tenencias rurales colectivas que impliquen la compensación de tierra por tierra.
Monitoreo y evaluación	Resolución de la EMB No. 190 de 2021 Resolución Mintransporte 13685 (2020) Anexo Mintransporte AAT-A-	El Plan de Reasentamiento incluye un sistema de indicadores y procedimientos de verificación de las metas establecidas en cada uno de los programas con la finalidad de hacer el correspondiente seguimiento, evaluar la implementación del plan y adoptar las medidas correctivas que sean necesarias	Se incluye un sistema de indicadores y procedimientos de verificación de las metas establecidas en cada uno de los programas del PAR

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
	006 (2023).	durante la ejecución del plan para el logro de los objetivos planteados	
Sitio de reubicación	Resolución de la EMB No. 190 de 2021	En el Programa de reposición de inmuebles. del Plan de Reasentamiento se llevará a cabo en conformidad con las normas medioambientales y sociales por lo cual se incluyen actividades de orientación, asesoría y acompañamiento técnico, jurídico y social a las unidades sociales, a través de estrategias pedagógicas, que incluyen aspectos ambientales, de evaluación de riesgos y de evaluación de las condiciones de seguridad de tenencia para la selección y adquisición de los inmuebles de reposición	El PAR incluye un programa de acompañamiento de las unidades sociales, no se presentan brechas.
Sitio de reubicación	Resolución de la EMB No. 190 de 2021	Los reasentamientos en el caso del proyecto Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB se presentan sólo a nivel urbano. Los reasentamientos se efectuarán en la modalidad individual y dispersa (por Unidad Social, caso a caso), tratando de restablecer en mejores o iguales condiciones los aspectos afectados y por medio de la oferta inmobiliaria existente en la ciudad, por lo cual no se efectuarán reasentamientos colectivos que impliquen establecer zonas de reasentamiento y la afectación de poblaciones de acogida.	El PAR incluye un programa de acompañamiento de las unidades sociales, no se presentan brechas.
Sitio de reubicación	Resolución de la EMB No. 190 de 2021	No obstante, lo anterior el Programa de reposición de inmuebles incluye actividades de asesoramiento social en la evaluación de la funcionalidad de la vivienda de reposición en cuanto a la identificación de las posibilidades de accesibilidad de las unidades sociales a los servicios sociales, institucionales y comerciales en el nuevo entorno habitacional. De igual modo se incluye la elaboración y expedición de un	El PAR incluye un programa de acompañamiento de las unidades sociales, no se presentan brechas.

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
		concepto de viabilidad del predio de reposición (vivienda /local) teniendo en cuenta aspectos como: estratificación socioeconómica, tarifa de servicios públicos domiciliarios, redes institucionales de apoyo, redes de movilidad y seguridad.	
Desplazamiento físico Plan acorde a los riesgos e impactos asociados con el proyecto	Resolución de la EMB No. 190 de 2021	El Plan de Reasentamiento se diseñó a partir del análisis del impacto de traslado involuntario en todos sus aspectos relevantes, de tal manera que se logre mitigar los efectos negativos del desplazamiento y se integren las oportunidades de desarrollo	Plan de Reasentamiento se diseñó a partir del análisis del impacto de traslado involuntario en todos sus aspectos relevantes. No se presentan brechas
Desplazamiento físico Atención particular a los aspectos de género y a las necesidades de las personas pobres y vulnerables	Normativa nacional sobre Enfoque Diferencial e Interseccional Normativa nacional sobre enfoque de género Normativa nacional sobre enfoque de discapacidad Normativa nacional sobre enfoque de ciclo de vida Normativa nacional sobre el enfoque étnico	El Plan de Reasentamiento incluye el presupuesto para el reasentamiento y el cronograma correspondiente de implementación. El plan incluye, de manera diferenciada (con enfoque diferencial e interseccional) los derechos de todas las categorías de unidades sociales afectadas.	El Plan de Reasentamiento incluye el presupuesto para el reasentamiento, no se presentan brechas
Desplazamiento físico Plan que cubra, como mínimo, los requisitos de la banca multilateral	Normativa nacional sobre Enfoque Diferencial e Interseccional Normativa nacional sobre enfoque de género Normativa nacional sobre enfoque de discapacidad	El Plan de Reasentamiento del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, L2MB está diseñado con el objetivo de mitigar los impactos negativos del desplazamiento involuntario, identificar oportunidades de desarrollo, formular un presupuesto y un cronograma de reasentamiento y establecer los derechos de todas las categorías de personas afectadas, teniendo en cuenta un	Con el Plan de Reasentamiento de línea 2 en el marco del Plan de Reasentamiento de la línea 1 se cierran las brechas

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
	<p>Normativa nacional sobre enfoque de ciclo de vida</p> <p>Normativa nacional sobre el enfoque étnico</p>	<p>enfoque diferencial e interseccional de los grupos de población afectados y, en particular, identificando las personas vulnerables. En el Programa de restablecimiento de las condiciones sociales se incluyen actividades orientadas a la atención de los grupos de población vulnerable descritos.</p>	
No procedencia de desalojos forzados de personas afectadas	<p>Constitución Política de Colombia 1991 (junio 13)</p>	<p>La ley colombiana garantiza, en casos excepcionales de desalojo, el cumplimiento del debido proceso y la debida diligencia y la protección de los derechos fundamentales de los ciudadanos. El Plan de Reasentamiento de Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB acoge y declara la adopción de estas normas y principios constitucionales.</p>	<p>Se garantiza la protección a los derechos de los ciudadanos durante el proceso de adquisición y entrega del predio en el marco de la normatividad nacional</p>
Desplazamiento económico	<p>Resolución EMB No. 190 de 2021 (16 de abril)</p>	<p>El Plan de Reasentamiento incluye en sus programas específicos las medidas de manejo correspondientes que permiten a las personas afectadas mejorar o por lo menos, restablecer sus ingresos y medios de subsistencia.</p>	<p>Se cierran las brechas con los programas establecidos en el PAR de línea 2.</p>
Medidas para permitir a las personas afectadas mejorar o, al menos, restablecer sus ingresos y medios de subsistencia	<p>Resolución Mintransporte 13685 (2020)</p>		
Planificación y ejecución del reasentamiento y el restablecimiento de medios de subsistencia	<p>Anexo Mintransporte AAT-A-006 (2023).</p>		
Grupos vulnerables y dimensiones de género	<p>Normativa nacional sobre Enfoque Diferencial e Interseccional</p> <p>Normativa nacional sobre enfoque de género</p> <p>Normativa nacional sobre enfoque de discapacidad</p> <p>Normativa nacional sobre enfoque de ciclo de vida</p>	<p>Los programas del plan de reasentamiento incluyen actividades tendientes a restablecer los derechos económicos de las personas o comunidades afectadas, prestando especial atención a la población vulnerable y teniendo en cuenta un enfoque diferencial (grupos poblacionales con características particulares en razón de su edad o etapa del ciclo vital, género, pertenencia étnica, campesina y discapacidad, entre otras; garantizará que se provean de manera transparente, coherente y equitativa</p>	<p>Los programas del plan de reasentamiento incluyen actividades tendientes a restablecer los derechos económicos de las personas o comunidades afectadas cerrando las brechas.</p>

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
	<p>Normativa nacional sobre el enfoque étnico</p> <p>- Sentencia C-1074/02 (Año 2002)</p>		
Grupos vulnerables y dimensiones de género	<p>Normativa nacional sobre Enfoque Diferencial e Interseccional</p> <p>Normativa nacional sobre enfoque de género</p> <p>Normativa nacional sobre enfoque de discapacidad</p> <p>Normativa nacional sobre enfoque de ciclo de vida</p> <p>Normativa nacional sobre el enfoque étnico</p> <p>- Sentencia C-1074/02 (Año 2002)</p>	<p>El Plan de Reasentamiento del proyecto Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB incluye en las actividades de los programas y durante el proceso de consulta, planificación y ejecución del reasentamiento, especial atención a los individuos y grupos vulnerables, marginados, discriminados sistemáticamente o excluidos por sus características socioeconómicas.</p>	<p>Los programas del plan de reasentamiento incluyen actividades tendientes a restablecer los derechos económicos de las personas o comunidades afectadas cerrando las brechas.</p>
Grupos vulnerables y dimensiones de género	<p>Normativa nacional sobre Enfoque Diferencial e Interseccional</p> <p>Normativa nacional sobre enfoque de género</p> <p>Normativa nacional sobre enfoque de discapacidad</p> <p>Normativa nacional sobre enfoque de ciclo de vida</p>	<p>El Plan de Reasentamiento incluye en todos los casos evidentes que lo ameriten, asesorías y acompañamientos sociales y psicosociales especiales para los grupos poblacionales considerados de particular protección e inclusión por enfoque diferencial, con el fin de promover el principio de igualdad y de no discriminación en los procedimientos de reposición de inmuebles. Los grupos poblacionales considerados son los siguientes: i) Ciclo vital: Niños, niñas y adolescentes; adultos mayores; ii) Discapacidad: Personas con discapacidad;</p>	<p>Los programas del plan de reasentamiento incluyen actividades tendientes a restablecer los derechos económicos de las personas o comunidades afectadas cerrando las brechas.</p>

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
	<p>Normativa nacional sobre el enfoque étnico</p> <p>- Sentencia C-1074/02 (Año 2002)</p>	<p>iii) pertenencia étnica: indígenas; comunidades negras, afrocolombianas, palenqueras y raizales; gitanos - rom; iv) género: mujeres; lesbianas, gays, bisexuales, transgénero, transexuales, travestis, intersexuales y queer (LGBTIQ); v) mujeres gestantes y vi) víctimas del conflicto armado.</p>	
<p>Procedimientos para hacer el seguimiento y evaluar la implementación del plan</p>	<p>Decreto 190 de 2004 Ley 1753 de 2015</p> <p>Resolución de la EMB No. 190 de 2021</p> <p>Resolución Mintransporte 13685 (2020)</p> <p>Anexo Mintransporte AAT-A-006 (2023).</p>	<p>Durante la etapa planificación del Plan de Reasentamiento, en los casos que, de acuerdo con el área de intervención establecida para construcción del proyecto de Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, el traslado involuntario de población resulta inevitable se realizó el censo destinado a recopilar datos socioeconómicos de referencia para identificar a las personas desplazadas por el proyecto y determinar quiénes serán elegibles para recibir la indemnización y asistencia contempladas en la ley. El proyecto establece los indicadores para el seguimiento de la ejecución del plan de acción de reasentamiento y el restablecimiento de los medios de subsistencia y darle seguimiento. Durante la implementación del Plan el proyecto adoptará las medidas correctivas que sean necesarias de acuerdo con los resultados del seguimiento de los programas.</p>	<p>Se establecen indicadores e informes de seguimiento.</p>
<p>Compensación antes del reasentamiento</p>	<p>No existe legislación específica que, de manera explícita, determine el pago de las compensaciones antes del reasentamiento.</p>	<p>No obstante para el cierre de brecha con respecto a este estándar de la Banca Multilateral la forma de pago del Costo de Reposición está conformado por los siguientes componentes: Valor del avalúo (terreno + construcción) + lucro cesante + daño emergente + reconocimientos económicos a que haya lugar.</p>	<p>La forma de pago del Costo de Reposición corresponderá a la cancelación del 90% antes de la desocupación del inmueble, y del 10% con el paz y salvo de servicios públicos domiciliarios, incluyendo deudas y valores de desconexión.</p>

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
		<p>La forma de pago del Costo de Reposición corresponderá a la cancelación del 90% antes de la desocupación del inmueble, y del 10% con el paz y salvo de servicios públicos domiciliarios, incluyendo deudas y valores de desconexión.⁴</p> <p>En el caso de los reconocimientos económicos, el valor total corresponderá a aquellos reconocimientos a que haya lugar, de acuerdo con presente PAR y en relación directa con la entrega de documentos válidos, de acuerdo con lo requerido. EMB, solicitará los documentos requeridos para el pago de Reconocimientos Económicos, y de ser el caso, ofrecerá apoyo en la preparación de los documentos y trámites relacionados. En caso de que algún documento no sea válido o tenga falencias, EMB asesorará a la unidad social, para que esta entienda y logre una documentación adecuada.</p>	<p>En el caso de los reconocimientos económicos, el valor total corresponderá a aquellos reconocimientos a que haya lugar, de acuerdo con presente PAR y en relación directa con la entrega de documentos válidos, de acuerdo con lo requerido</p> <p>De acuerdo a la experiencia de línea 1, la mejor forma de pago es esta.</p> <p>No obstante la EMB (en su condición de Ente Gestor del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, L2MB) se reserva la opción de pagar el 100% del costo total de reposición ANTES de la desocupación del predio, en los casos en que, “si y sólo si”, el titular o representante autorizado de la Unidad Social entregue de manera oportuna, en la fecha requerida, la documentación completa en la que se evidencie el estado saneado del predio por todo concepto y el paz y salvo correspondiente de servicios públicos domiciliarios, incluyendo deudas y valores de desconexión</p>
Matriz para el análisis de brechas Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos - EAS 6			
Conservación de la biodiversidad y los hábitats			
Para la protección y conservación de los hábitats y la biodiversidad que estos sustentan, la jerarquía de mitigación incluye compensaciones por la pérdida de biodiversidad. Estas serán consideradas como último recurso solo si,	Ley 99 de 1993 «Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector	Según comunicación de la SDA 2022EE150539 del 17/06/2022, el proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá se desarrollará	En la factibilidad del proyecto se elaboraron los términos de referencia – TdR, los cuales incluían entre otras,

⁴ No obstante la EMB (en su condición de Ente Gestor del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, L2MB) se reserva la opción de pagar el 100% del costo total de reposición ANTES de la desocupación del predio, en los casos en que, “si y sólo si”, el titular o representante autorizado de la Unidad Social entregue de manera oportuna, en la fecha requerida, la documentación completa en la que se evidencie el estado saneado del predio por todo concepto y el paz y salvo correspondiente de servicios públicos domiciliarios, incluyendo deudas y valores de desconexión.

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
<p>después de que se hayan aplicado todas las medidas técnica y financieramente posibles para evitar y minimizar los impactos, y realizar tareas de restauración, aún se observan impactos residuales adversos significativos.</p>	<p>público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), y se dictan otras disposiciones»</p> <p>Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)</p> <p>Ley 165 de 1994 «Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Diversidad Biológica hecho en Río el 5 de junio de 1992»:</p> <p>Ley 357 de 1997 «Por medio de la cual se aprueba la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, suscrita en Ramsar el 2 de febrero de 1971</p> <p>Decreto 1076 de 2015. «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible»:</p> <p>Resolución 256 de 2018 «Por la cual se adopta la actualización del Manual de compensaciones ambientales</p>	<p>únicamente dentro del perímetro de Bogotá D.C., específicamente entre la Calle 72 y el barrio Fontanar por la Avenida transversal de Suba, razón por la cual se concluye que el proyecto objeto de consulta no requiere licencia ambiental debido a que no es una obra, proyecto o actividad de carácter regional, por lo que no cumple los postulados establecidos en el numeral 9 del artículo 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015.</p> <p>Sin embargo, Colombia cuenta con leyes cuya reglamentación y cumplimiento implica que los proyectos implementen medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos que pueden generar sobre la biodiversidad y los hábitats. Así, se cuenta con la Ley 99 de 1993 (que establece en su artículo primero que la biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible), la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (GIBSE), la ratificación del Convenio de Diversidad Biológica de Río de Janeiro y la ratificación de la Convención de Ramsar relativa a la conservación de los humedales de importancia internacional.</p>	<p>medidas de compensación por medio biótico para el área afectada del patio taller, programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística, compensación por aprovechamiento forestal y plan de acción para la biodiversidad.</p>

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
	del componente biótico y se dictan otras disposiciones»		
<p>En el caso de que en la evaluación se identifiquen hábitats naturales, el Prestatario buscará evitar impactos adversos en ellos de conformidad con la jerarquía de mitigación. Cuando los hábitats naturales puedan verse afectados negativamente por el proyecto, el Prestatario no implementará actividades relacionadas con el proyecto, a menos que: a) no haya alternativas técnica y financieramente posibles, y b) se implementen medidas de mitigación adecuadas de conformidad con la jerarquía de mitigación para garantizar que no haya pérdidas netas y, cuando sea posible, obtener preferentemente una ganancia neta en términos de biodiversidad en el largo plazo. Cuando sigan registrándose impactos residuales a pesar de los esfuerzos para evitar, minimizar y mitigar los impactos, y cuando resulte adecuado y se cuente con el apoyo de las partes interesadas pertinentes, las medidas de mitigación podrán incluir compensaciones por pérdidas de la de biodiversidad que se ajusten al principio “comparable o mejor”.</p>	<p>Ley 99 de 1993 «Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), y se dictan otras disposiciones»</p> <p>Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)</p> <p>Ley 165 de 1994 «Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Diversidad Biológica hecho en Río el 5 de junio de 1992»:</p> <p>Ley 357 de 1997 «Por medio de la cual se aprueba la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, suscrita en Ramsar el 2 de febrero de 1971</p> <p>Decreto 1076 de 2015. «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario</p>	<p>Según comunicación de la SDA 2022EE150539 del 17/06/2022, el proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá se desarrollará únicamente dentro del perímetro de Bogotá D.C., específicamente entre la Calle 72 y el barrio Fontanar por la Avenida transversal de Suba, razón por la cual se concluye que el proyecto objeto de consulta no requiere licencia ambiental debido a que no es una obra, proyecto o actividad de carácter regional, por lo que no cumple los postulados establecidos en el numeral 9 del artículo 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015.</p> <p>Sin embargo, Colombia cuenta con leyes cuya reglamentación y cumplimiento implica que los proyectos implementen medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos que pueden generar sobre la biodiversidad y los hábitats. Así, se cuenta con la Ley 99 de 1993 (que establece en su artículo primero que la biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible), la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (GIBSE), la ratificación del Convenio de Diversidad Biológica de Río de Janeiro y la ratificación de la Convención de Ramsar relativa a la conservación de los humedales de importancia internacional.</p>	<p>En la factibilidad del proyecto se elaboraron los términos de referencia – TdR, los cuales incluían entre otras, el Plan de Acción para la Biodiversidad.</p> <p>En los Apéndices Técnicos del contrato de Concesión, se establecerá que el concesionario deberá Complementar la identificación, evaluación y gestión de los impactos sobre la biodiversidad y los recursos naturales vivos producto de las actividades del Proyecto, especialmente sobre los sitios identificados como parte de la “estrategia complementaria para la conservación de la diversidad biológica de Bogotá” e incluidos en categoría especial (Humedales Juan Amarillo y La Conejera, y Río Bogotá) y, en consecuencia, preparar e implementar un Plan de Acción de Biodiversidad (PAB) acorde al EAS6 del Banco Mundial, que considere entre otros aspectos los siguientes:</p> <p>Contenido general:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.Caracterización de los humedales Juan Amarillo y La Conejera 2.Marco de las acciones generales Ambientales y Sociales: Sitios Ramsar Humedal Juan Amarillo y La Conejera 3.Seguimiento, monitoreo y control de los PMA Ambientales y Sociales: Sitios Ramsar Humedal Juan Amarillo y La Conejera

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
	<p>del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible»:</p> <p>Resolución 256 de 2018 «Por la cual se adopta la actualización del Manual de compensaciones ambientales del componente biótico y se dictan otras disposiciones»</p>		<p>4.Evaluación seguimiento, monitoreo y control de los PMA Ambientales y Sociales: Sitios Ramsar Humedal Juan Amarillo y La Conejera.</p>
Los hábitats críticos			
<p>En las áreas de hábitats críticos, el Prestatario no implementará actividades del proyecto que puedan tener impactos adversos, salvo que se cumplan las siguientes condiciones: a) que no haya otras alternativas viables en la región para el desarrollo del proyecto en hábitats de menor valor de términos de biodiversidad; b) que se haya cumplido el proceso de diligencia debida exigido por obligaciones internacionales o leyes nacionales y que sea un prerrequisito para que un país otorgue la aprobación de actividades del proyecto en un hábitat crítico o en un área adyacente a uno; c) que los posibles impactos adversos, o la posibilidad de que estos existan, en tal hábitat no generen una reducción neta medible o cambios negativos medibles en los valores de biodiversidad para los cuales se designó el hábitat crítico; d) que no se anticipe que el proyecto podría generar una reducción neta de la población¹³ de especies en peligro de extinción o en peligro de extinción crítico, o de especies de rango de distribución restringido durante un período razonable¹⁴; e) que el proyecto no involucre la conversión ni la degradación significativas de hábitats críticos; en los casos en que involucre plantaciones agrícolas o forestales nuevas o renovadas, no se convertirá ni degradará ningún hábitat crítico; f) que la estrategia de mitigación del proyecto se diseñe para lograr las ganancias netas de los valores de biodiversidad para los cuales se designó el hábitat crítico; g) que se incorpore al programa de gestión del Prestatario un programa de evaluación y seguimiento de la biodiversidad a largo plazo sólido y adecuadamente diseñado para evaluar el estado de los hábitats críticos.</p>	<p>Ley 99 de 1993 «Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA), y se dictan otras disposiciones»</p> <p>Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)</p> <p>Ley 165 de 1994 «Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Diversidad Biológica hecho en Río el 5 de junio de 1992»:</p> <p>Ley 357 de 1997 «Por medio de la cual se aprueba la Convención Relativa a los Humedales de Importancia</p>	<p>Según comunicación de la SDA 2022EE150539 del 17/06/2022, el proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá se desarrollará únicamente dentro del perímetro de Bogotá D.C., específicamente entre la Calle 72 y el barrio Fontanar por la Avenida transversal de Suba, razón por la cual se concluye que el proyecto objeto de consulta no requiere licencia ambiental debido a que no es una obra, proyecto o actividad de carácter regional, por lo que no cumple los postulados establecidos en el numeral 9 del artículo 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015.</p>	<p>En la factibilidad del proyecto se elaboraron los términos de referencia – TdR, los cuales incluía entre otras, el Plan de Acción para la Biodiversidad.</p> <p>En los Apéndices Técnicos del contrato de Concesión, se establecerá que el concesionario deberá Complementar la identificación, evaluación y gestión de los impactos sobre la biodiversidad y los recursos naturales vivos producto de las actividades del Proyecto, especialmente sobre los sitios identificados como parte de la “estrategia complementaria para la conservación de la diversidad biológica de Bogotá” e incluidos en categoría especial (Humedales Juan Amarillo y La Conejera, y Río Bogotá) y, en consecuencia, preparar e implementar un Plan de Acción de Biodiversidad (PAB) acorde al EAS6 del Banco Mundial, que considere entre otros aspectos los siguientes:</p> <p>Contenido general:</p>

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
	<p>Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, suscrita en Ramsar el 2 de febrero de 1971</p> <p>Decreto 1076 de 2015. «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible»:</p> <p>Resolución 256 de 2018 «Por la cual se adopta la actualización del Manual de compensaciones ambientales del componente biótico y se dictan otras disposiciones»</p>		<p>1.Caracterización de los humedales Juan Amarillo y La Conejera</p> <p>2.Marco de las acciones generales Ambientales y Sociales: Sitios Ramsar Humedal Juan Amarillo y La Conejera</p> <p>3.Seguimiento, monitoreo y control de los PMA Ambientales y Sociales: Sitios Ramsar Humedal Juan Amarillo y La Conejera</p> <p>4.Evaluación seguimiento, monitoreo y control de los PMA Ambientales y Sociales: Sitios Ramsar Humedal Juan Amarillo y La Conejera.</p>
Áreas legalmente protegidas o reconocidas a nivel internacional de alto valor en términos de biodiversidad			
<p>Cuando el proyecto tenga lugar en un área legalmente protegida, designada para protección o reconocida regional o internacionalmente, o cuando tenga el potencial de afectar en forma adversa un área de estas características¹⁶, el Prestatario garantizará que las actividades que se lleven a cabo sean coherentes con los objetivos de estado de protección legal y gestión del área. Asimismo, identificará y evaluará los posibles impactos adversos relacionados con el proyecto y aplicará la jerarquía de mitigación para evitar o mitigar los impactos adversos de los proyectos que podrían comprometer la integridad, los objetivos de conservación y la importancia de la biodiversidad en tal área.</p>	<p>Decreto 2811 de 1974 «Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente»:</p> <p>Decreto 1076 de 2015 «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible»</p>	<p>En Colombia se tiene reglamentado el Sistema Nacional de Áreas Protegidas SINAP como parte de una estrategia de conservación de los hábitats y la biodiversidad, y de restricciones para el desarrollo de proyectos. La normativa que se ha dictado en el país para estas áreas busca que se tenga un enfoque diferenciado de gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales, con el fin de garantizar que las actividades que se lleven a cabo sean coherentes con los objetivos de estado de protección legal y gestión del área. Según lo anterior, los posibles riesgos e impactos de las actividades permitidas en estas áreas se gestionan de acuerdo con la jerarquía de la mitigación.</p>	<p>La normativa colombiana no incluye la totalidad de las áreas reconocidas por la comunidad de conservación regional o internacional, ejemplo EBA, IBA, IPA, AZE, entre otras, también denominadas áreas claves para la biodiversidad y, en ese sentido, estas áreas no se tienen en cuenta en la identificación y evaluación de los riesgos e impactos que se incluye en el EIA de proyectos que requieren licencia ambiental.</p> <p>Por otro lado, en el marco del Contrato de Concesión se establecerá como obligación la actualización del Plan de Acción de la Biodiversidad (PAB).</p>
Matriz para el análisis de brechas Patrimonio Cultural - EAS 8			
A. Aspectos generales			

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
<p>En la evaluación ambiental y social estipulada en el EAS 1 se considerarán los riesgos e impactos directos, indirectos y acumulativos de los proyectos sobre el patrimonio cultural. A través de la evaluación ambiental y social, el Prestatario determinará los posibles riesgos e impactos en el patrimonio cultural de las actividades propuestas en el proyecto.</p> <p>El Prestatario evitará los impactos en el patrimonio cultural. Cuando esto no sea posible, identificará e implementará medidas para abordar los impactos en el patrimonio cultural de conformidad con la jerarquía de mitigación. Cuando corresponda, el Prestatario elaborará un plan de gestión del patrimonio cultural.</p> <p>El Prestatario implementará prácticas internacionalmente reconocidas para estudios de campo, documentación y protección del patrimonio cultural en relación con el proyecto, incluidos los contratistas y otras terceras partes.</p>	<p>Decreto 1076 de 2015 “Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”</p> <p>Resolución 297 del 5 de diciembre de 2019 « formato para la verificación de la documentación requerida»</p> <p>Decreto 138 de 2019 «por el cual se modifica la Parte VI “Patrimonio Arqueológico” del Decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura»</p> <p>Ley 1185 de 2008 «Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 –Ley General de Cultura– y se dictan otras disposiciones»</p> <p>Decreto 763 de 2009 «Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza material»</p> <p>1080 de 2015 «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura»</p> <p>Términos de Referencia para implementar Programas de Arqueología Preventiva del ICANH.</p>	<p>En los TdR para la contratación de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS, se incluyó que el análisis de las medidas debería realizarse conforme a la ley aplicable, los estándares y las guías de la Banca Multilateral</p>	<p>Para el proyecto de la L2MB, no existe brecha dado que para la factibilidad del proyecto se elaboraron los términos de referencia – TdR, los cuales incluían entre otros la Evaluación Ambiental y Social y se realiza la evaluación de los siguientes impactos, Afectación al patrimonio arqueológico, Afectación al patrimonio cultural, así mismo para la gestión de los impactos identificados en materia de patrimonio cultural (afectación al patrimonio arqueológico) se formularon los siguientes programas, en el marco del PMA general, Programa de manejo de Bienes de Interés Cultural (BIC) por la intervención en la estación 1, Programa de arqueología preventiva, Programa de manejo para la protección del patrimonio cultural.</p> <p>Sin embargo, en los Apéndices Técnicos del contrato de Concesión, se establecerá que el concesionario deberá actualizar la evaluación y gestión de los riesgos e impactos sobre el patrimonio cultural (tangibles e intangibles) conforme las condiciones de inicio del proyecto, y complementar las medidas de manejo en los instrumentos de gestión ambiental y social</p>

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
<p>El procedimiento de hallazgo fortuito es un procedimiento específico del proyecto que deberá seguirse si se encuentra patrimonio cultural desconocido durante las actividades del proyecto. Se incluirá en todos los contratos relacionados con la construcción del proyecto, incluidas las excavaciones, demoliciones, movimientos de tierra, inundaciones u otros cambios en el ambiente físico. En este procedimiento se establecerá la manera en que se manejarán los hallazgos fortuitos asociados con el proyecto. Se incluirán los siguientes requisitos: que los expertos en patrimonio cultural notifiquen a las autoridades competentes acerca de los objetos o sitios encontrados; que se cercque la zona de los hallazgos o sitios para evitar más alteraciones; que los expertos en patrimonio cultural evalúen los objetos o sitios encontrados; que se identifiquen e implementen acciones coherentes con los requisitos de este EAS y la legislación nacional, y que se capacite al personal y a los trabajadores del proyecto en los procedimientos de hallazgos fortuitos.</p>	<p>Decreto 1076 de 2015 “Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”</p> <p>Resolución 297 del 5 de diciembre de 2019 «formato para la verificación de la documentación requerida»</p> <p>Decreto 138 de 2019 «por el cual se modifica la Parte VI “Patrimonio Arqueológico” del Decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura»</p> <p>Ley 1185 de 2008 «Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 –Ley General de Cultura– y se dictan otras disposiciones»</p> <p>Decreto 763 de 2009 «Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza material»</p> <p>1080 de 2015 «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura»</p> <p>Términos de Referencia para implementar Programas de Arqueología Preventiva del ICANH.</p>	<p>En los TdR para la contratación de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS, se incluyó que el análisis de las medidas debería realizarse conforme a la ley aplicable, los estándares y las guías de la Banca Multilateral</p>	<p>Para el proyecto de la L2MB, no existe brecha dado que para la factibilidad del proyecto se elaboraron los términos de referencia – TdR, los cuales incluían entre otros la gestión de los impactos identificados en materia de patrimonio cultural (afectación al patrimonio arqueológico) se formularon los siguientes programas, en el marco del PMA general, Programa de manejo de Bienes de Interés Cultural (BIC) por la intervención en la estación 1, Programa de arqueología preventiva, Programa de manejo para la protección del patrimonio cultural.</p> <p>Adicionalmente, el proyecto cuenta con la Resolución No. 1250 del 01 de agosto del 2022, mediante la cual el ICANH aprueba el registro del Programa de Arqueología Preventiva para el Proyecto Línea 2 Metro de Bogotá de 15,5 km-Localidad de Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba”.</p>

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
<p>Patrimonio cultural construido</p> <p>El patrimonio construido se refiere a las obras arquitectónicas individuales o grupales que se encuentran en un entorno rural o urbano y constituyen evidencia de una civilización particular, un desarrollo significativo o un evento histórico. En el patrimonio construido se incluyen grupos de edificios, estructuras y espacios abiertos que constituyen asentamientos humanos pasados o contemporáneos que se reconocen como cohesivos y valiosos desde una perspectiva arquitectónica, estética, espiritual o sociocultural.</p> <p>Para abordar los impactos sobre el patrimonio construido, el Prestatario identificará medidas de mitigación apropiadas, que podrán incluir a) documentación, b) conservación o rehabilitación <i>in situ</i>, y c) traslado y conservación o rehabilitación. Durante la rehabilitación o restauración de estructuras de patrimonio cultural, el Prestatario mantendrá la autenticidad de la forma, los materiales de construcción y las técnicas de las estructuras.</p> <p>El Prestatario preservará el contexto físico y visual de las estructuras históricas individuales o grupales teniendo en cuenta la adecuación y el efecto de la infraestructura del proyecto propuesta que se propone ubicar dentro del rango de visión.</p>	<p>Decreto 1076 de 2015 “Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”</p> <p>Resolución 297 del 5 de diciembre de 2019 « formato para la verificación de la documentación requerida»</p> <p>Decreto 138 de 2019 «por el cual se modifica la Parte VI “Patrimonio Arqueológico” del Decreto 1080 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura»</p> <p>Ley 1185 de 2008 «Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 –Ley General de Cultura– y se dictan otras disposiciones»</p> <p>Decreto 763 de 2009 «Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza material»</p> <p>1080 de 2015 «Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura»</p> <p>Términos de Referencia para implementar Programas de Arqueología Preventiva del ICANH.</p>	<p>En los TdR para la contratación de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social – EIAS, se incluyó que el análisis de las medidas debería realizarse conforme a la ley aplicable, los estándares y las guías de la Banca Multilateral</p>	<p>Para el proyecto de la L2MB, no existe brecha dado que para la factibilidad del proyecto se elaboraron los términos de referencia – TdR, los cuales incluían entre otros la gestión de los impactos identificados en materia de patrimonio cultural (afectación al patrimonio arqueológico) se formularon los siguientes programas, en el marco del PMA general, Programa de manejo de Bienes de Interés Cultural (BIC) por la intervención en la estación 1, Programa de arqueología preventiva, Programa de manejo para la protección del patrimonio cultural.</p> <p>Adicionalmente, el proyecto cuenta con la Resolución No. 1250 del 01 de agosto del 2022, mediante la cual el ICANH aprueba el registro del Programa de Arqueología Preventiva para el Proyecto Línea 2 Metro de Bogotá de 15,5 km-Localidad de Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba”.</p>

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
Matriz para el análisis de brechas Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información - EAS 10			
Plan de participación de las partes interesadas			
<p>En consulta con el Banco, el Prestatario elaborará e implementará un plan de participación de las partes interesadas (PPPI) proporcional a la naturaleza y la escala del proyecto, y a sus posibles riesgos e impactos. Se divulgará un borrador de dicho plan lo antes posible y, antes de la evaluación inicial del proyecto, el Prestatario buscará las opiniones de las partes interesadas sobre el PPPI, con inclusión de la identificación de partes interesadas y las propuestas de participación futura. Si se realizan cambios significativos en el PPPI, el Prestatario divulgará una versión actualizada de este.</p>	<p>Constitución Política de Colombia. Art. 86 Código Civil Colombiano. Art. 1005- 2359 Ley 9 de 1989. Art. 8. Decreto 2400 de 1989 art. 118 a 135 Ley 99 de 1993. Art. 75 Decreto 472 de 1998</p> <p>Ley 99 de 1993 Títulos X y XI</p> <p>Ley 134 de 1994</p> <p>Constitución Política de Colombia. Art. 103, 270 y 369 Ley 850 de 2003 Ley 134 de 1994/art. 99-10</p> <p>Ley 1712 de 2014</p> <p>Ley Estatutaria 1757 de 2015</p> <p>Decreto 197 de 2014</p> <p>Política de participación de la EMB</p>	<p>El PPPI será presentado basado en las actividades de participación que se realizaron durante la estructuración del proyecto, al igual que las actividades que se deberán realizar durante su desarrollo con sus debidas estrategias.</p> <p>EL PPPI fue construido basado en los lineamientos del marco de política del Banco Mundial referente al EAS 10.</p>	<p>Se realizó un PPPI el cual fue presentado a la Banca para su revisión y No Objeción</p>
C. Mecanismo de atención de quejas y reclamos			
<p>El Prestatario responderá oportunamente a las inquietudes y los reclamos de las partes afectadas por el proyecto en relación con el desempeño ambiental y social del proyecto. Para este fin, propondrá e implementará un mecanismo de atención de quejas y reclamos para recibir dichas inquietudes y reclamos y facilitar su resolución.</p>	<p>Constitución Política de Colombia. Art. 86 Código Civil Colombiano. Art. 1005- 2359 Ley 9 de 1989. Art. 8.</p>	<p>No se presentan brechas en relación a la normatividad nacional y de Bogotá referente a los canales de comunicación y consulta, al igual que los tiempos en los cuales se debe presentar el proyecto a la comunidad.</p>	<p>No se presentan brechas</p>

Requisitos	Normativa relacionada	Análisis	Listado de brechas
	<p>Decreto 2400 de 1989 art. 118 a 135 Ley 99 de 1993. Art. 75 Decreto 472 de 1998</p> <p>Ley 99 de 1993 Títulos X y XI Ley 134 de 1994</p> <p>Constitución Política de Colombia. Art. 103, 270 y 369 Ley 850 de 2003 Ley 134 de 1994/art. 99-10</p> <p>Ley 1712 de 2014</p> <p>Ley Estatutaria 1757 de 2015 Decreto 197 de 2014</p>	<p>La EMB cuenta con los canales amplios y suficientes para comunicar los avances e información referente al proyecto</p> <p>La normatividad nacional y Distrital son lo suficientemente robustas en la garantía de los derechos frente a la atención y respuesta de quejas y reclamos, los cuales están estructurados bajo el lineamiento de la Alcaldía de Bogotá, al igual que de la normatividad nacional. Con canales específicos y tiempos de respuesta, las cuales deben ser suficientes y contestar las quejas presentadas.</p> <p>De igual manera, las obligaciones frente al manejo de quejas y reclamos por parte del concesionario se establecen en el contrato de concesión y también bajo los lineamientos normativos.</p>	

2.5.5. Instrumentos socioambientales durante la ejecución del proyecto

Durante las distintas etapas y fases del proyecto, el Concesionario deberá elaborar una serie de documentos en el marco de la Gestión Social, Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo, que den cuenta del cumplimiento de la normatividad ambiental nacional y distrital, los términos del Contrato de Concesión, y los acuerdos o compromisos que se establezcan con la Banca Multilateral. Estos documentos se encuentran referenciados en los Apéndices Técnicos, sin embargo, a continuación se relacionan:

Tabla 10. Instrumentos socioambientales

Documento	Fecha de entrega	PMA o documento donde refiere la obligación
Gestionar todos los trámites correspondientes para la debida obtención oportuna de las Licencias y Permisos (que aplique) requeridos para la Gestión Social, Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo de cada Fases y Etapas del Proyecto	Previo al inicio de cualquier fase, etapa o actividad.	Apéndice Técnico Ambiental
Entrega de la documentación para la obtención del respectivo permiso (RAMSAR) ante la Secretaría Distrital de Ambiente o autoridades competentes para el trámite de permisos requeridos. Este permiso o autorización será revisada por el Banco Mundial.	Previo al inicio de cualquier fase, etapa o actividad.	Apéndice Técnico Ambiental
Abstenerse de adelantar actividad u obra alguna, que requiera, de acuerdo con la Ley Aplicable, que requiera de la expedición previa de Licencias y Permisos de carácter ambiental antes de la obtención de la misma o de su modificación en caso de ser necesaria.	Previo al inicio de cualquier fase, etapa o actividad.	Apéndice Técnico Ambiental
El Concesionario deberá adelantar, todas las actuaciones administrativas y/o judiciales para las cuales esté legitimado –de acuerdo con la Ley Aplicable– encaminadas a evitar, mitigar o detener cualquier acto de un tercero que afecte las condiciones medioambientales del Proyecto y/o cualquier acto de un tercero que afecte el trámite ordinario de la	Cuando se requiera	Apéndice Técnico Ambiental

Documento	Fecha de entrega	PMA o documento donde refiere la obligación
solicitud y consecución de las Licencias y Permisos.		
Concesión, llevará a cabo todas las actividades necesarias para cumplir, con lo establecido en la Ley Aplicable, las Licencias y Permisos de carácter ambiental, los requerimientos de las Autoridades Ambientales, así como lo establecido en los Planes de Manejo Ambiental y Social de la L2MB para las Entidades Multilaterales, que se requieran para la ejecución del Proyecto.	Previo al inicio de cualquier fase, etapa o actividad.	Apéndice Técnico Ambiental
Remitir a la Interventoría con copia a la EMB en un término máximo de dos (2) días hábiles desde su envío, todo documento remitido a la Autoridad Ambiental junto, con su respectivo radicado; así mismo remitir copia de los documentos expedidos por las Autoridades Ambientales dentro de los dos (2) días hábiles siguientes a su notificación al Concesionario.	Dos días hábiles	Apéndice Técnico Ambiental
Remitir a las Autoridades Ambientales o demás Autoridades Gubernamentales los informes, reportes, documentos y demás información que sea requerida por estas y/o que deba ser remitida en virtud de una Ley Aplicable.	Tres días hábiles	Apéndice Técnico Ambiental

Documento	Fecha de entrega	PMA o documento donde refiere la obligación
<p>Informar mediante Notificación a la EMB de cualquier proceso, demanda o acción judicial, arbitral o administrativa en la que el Concesionario participe —distinto de los mecanismos de solución de controversia de los que trata el Contrato de Concesión—, dentro de los dos (2) días siguientes a que el Concesionario haya sido notificado de la existencia del proceso respectivo. Adicionalmente, éste deberá mantener a la EMB informada del estado de cada proceso.</p>	<p>Dos días hábiles</p>	<p>Apéndice Técnico Ambiental</p>
<p>Remitir toda la información que la EMB y/o la Interventoría le solicite para la verificación del cumplimiento de las obligaciones contenidas en el Apéndice, dando cumplimiento a los términos y plazos establecidos, so pena de la aplicación de las multas y sanciones de apremio de que trata el Contrato</p>	<p>Cuando se requiera</p>	<p>Apéndice Técnico Ambiental</p>
<p>Elaborar los Planes de Manejo Ambiental y Social (PMAS) de la L2MB para las Entidades Multilaterales, así como sus ajustes, complementos y actualizaciones, para las diferentes Fases y Etapas del proyecto</p>	<p>Antes del inicio de las obras y/o cuando sea requerido durante la implementación del Proyecto</p>	<p>Apéndice Técnico Ambiental</p>
<p>Formular e implementar el Plan es de Acción de Biodiversidad específico, para el manejo de las áreas cercanas a los Humedales que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y que están en el dentro del Área de Influencia Directa del Proyecto</p>	<p>Aprobación del Plan de Acción de Biodiversidad antes del inicio de las obras</p>	<p>Apéndice Técnico Ambiental y Capítulo 10, numeral 10.1.4 del presente documento.</p>

Documento	Fecha de entrega	PMA o documento donde refiere la obligación
Formular el Plan de Gestión de Riesgo de Desastre – PGRD-, que dé respuesta ante ocurrencia de algún evento ambiental, social, SST o técnico, de orden endógeno o exógeno a presentarse en las distintas Fases y Etapas del Contrato, de acuerdo con la Ley Aplicable y lo establecido en el Contrato	(90) Días siguientes a la fecha de inicio.	Apéndice Técnico Ambiental
Realizar las actualizaciones del PGRD de acuerdo con las Fases y Etapas del Contrato y lo señalado en la Ley Aplicable	(90) Días siguientes a la fecha de inicio.	Apéndice Técnico Ambiental y Capítulo 12 del presente estudio, numeral 12.4. REVISIÓN Y AJUSTE DEL PLAN
Reporte de cierre y fin de las actividades de Gestión Social Ambiental y de Seguridad y Salud en el trabajo de las Fases y Etapas del proyecto L2MB según lo indicado en el Contrato	Cuando se requiera	Apéndice Técnico Ambiental
Elaborar e implementar los procesos, procedimientos, bitácoras, formatos e instructivos, entre otros, para la Gestión Social, Ambiental y SST en todas las Fases y Etapas del Contrato	Cuando se requiera	Apéndice Técnico Ambiental
Mantener, controlar, gestionar y actualizar la información, procedimientos, bitácoras, formatos e instructivos, entre otros, de la Gestión Social, Ambiental y SST en todas las Fases y Etapas del Proyecto.	Cuando se requiera	Apéndice Técnico Ambiental

Documento	Fecha de entrega	PMA o documento donde refiere la obligación
Implementar un sistema integrado de gestión de acuerdo con lo dispuesto en el Contrato el cual debe ser revisado y validado por la Interventoría. El Concesionario deberá presentar los resultados de los procesos de auditoría que se realicen a los sistemas de gestión como mínimo una vez al año.	Formular el sistema integrado antes del inicio de las obras / Presentar los resultados de la auditoría una vez al año	Apéndice Técnico Ambiental
Contar con un departamento de gestión ambiental de acuerdo con el Decreto 1076 de 2015 o aquel que lo sustituya y/o modifique.	Antes del inicio de las obras y durante la ejecución de las mismas	Apéndice Técnico Ambiental / Capítulo 10 de este documento, numeral 10.1.2.1 Programa de cumplimiento de gestión social, ambiental y seguridad y salud en el trabajo (SST).
Realizar el aprovechamiento mínimo del veinticinco por ciento (25%) de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD), conforme a la Ley Aplicable y lo establecido en el Contrato	Cuando se requiera	Apéndice Técnico Ambiental / Capítulo 10 de este documento, numeral 10.1.3.1. Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación
Elaborar los Planes o programas necesarios para el cierre, desmantelamiento y abandono de campamentos e instalaciones temporales y cumplimiento de los requerimientos asociados a los mismos de acuerdo con lo dispuesto en el Contrato	Elaborar los Planes o programas antes del inicio de las obras e implementarlos cuando se requiera	Apéndice Técnico Ambiental / Capítulo 10 de este documento, numeral 10.1.3.13. Programa de manejo de instalaciones temporales
Sanear los Pasivos Ambientales originados por la inadecuada ejecución de los componentes ambiental y de seguridad y salud en el trabajo de la Gestión Social, y Ambiental y SST, y, en general, de las obligaciones establecidas en el Contrato de Concesión y sus Especificaciones Técnicas.	Cuando se requiera	Apéndice Técnico Ambiental / Capítulo 10 de este documento, numeral 10.1.3.6. Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados

Documento	Fecha de entrega	PMA o documento donde refiere la obligación
<p>Diligenciar y remitir a la EMB a través de la Interventoría, la matriz de huella de carbono establecida en el Manual de Seguimiento y Control Ambiental y de SST o el documento que lo reemplace y/o sustituya, según el alcance de las actividades en los informes mensuales. Asimismo, deberá elaborar los insumos del informe de huella de carbono de manera anual requeridos en la “Guía para el cálculo y reporte de Huella de Carbono Corporativa” (2015) de la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA. o la vigente al momento de la firma del presente Contrato.</p>	<p>Primeros diez (10) Días del Mes de enero de cada año</p>	<p>Apéndice Técnico Ambiental</p>
<p>Entregar a la EMB toda la información que ésta requiera para realizar las estimaciones de gases efecto invernadero – GEI-, en los formatos y periodos que se definan por la EMB en el Manual de Seguimiento y Control Ambiental y SST o el documento que lo reemplace y/o sustituya.</p>	<p>Cuando se requiera</p>	<p>Apéndice Técnico Ambiental / Capítulo 10 de este documento, numeral 10.1.3.10. Programa de manejo de gases efecto invernadero</p>
<p>El Concesionario deberá realizar los monitoreos ambientales de los cuales trata el Contrato. Asimismo, los monitoreos que solicite la Autoridad Ambiental, Autoridades Gubernamentales, la Interventoría o la EMB.</p>	<p>En los tiempos definidos en el Capítulo 11 de este estudio</p>	<p>Apéndice Técnico Ambiental / Capítulo 11 de este documento, numeral 11.2. Medio Físico / Abiótico, 11.3. Medio Biótico y 11.4. Medio Socioeconómico.</p>
<p>Elaborar los planes y programas para la prevención, preparación y respuesta de emergencia establecidos en la Ley Aplicable, teniendo en cuenta las actividades que se ejecutarán, en cada uno de las Fases y Etapas</p>	<p>Elaborar los Planes y programas antes del inicio de las obras e implementarlos cuando se requiera</p>	<p>Apéndice Técnico Ambiental</p>

Documento	Fecha de entrega	PMA o documento donde refiere la obligación
El Concesionario entregará a la Interventoría en la Fecha de Inicio, el SG-SST con los requisitos establecidos en la Ley Aplicable, y con el plan de trabajo y cronograma en materia de SG-SST y demás programas y procedimientos específicos a implementar en cada una de las Fases y Etapas	Al inicio del Contrato	Apéndice Técnico Ambiental
El Concesionario deberá Implementar y mantener actualizado el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo conforme a las actividades y procesos a ejecutar durante las diferentes Fases y Etapas del Contrato, dando cumplimiento a la Ley Aplicable.	Formular el Sistema de Gestión SST antes del inicio de las obras e implementarlo durante el Proyecto	2.5.5.7. Apéndice Técnico Ambiental
Entrega de la certificación de implementación del SG-SST la cual deberá ser expedida por la Administradora de Riesgos Laborales o la entidad competente según la Ley Aplicable	quince días (15) hábiles, para cada año calendario de ejecución del Contrato	Apéndice Técnico Ambiental
El Concesionario deberá presentar la radicación ante el Ministerio de Trabajo, el plan anual del SG-SST con todos sus soportes	Anual	Apéndice Técnico Ambiental
Ante la ocurrencia de cualquier tipo de accidente laboral, accidente operacional, con afectación a terceros, contingencia ambiental (derrames, escapes, explosiones, entre otros) y social, informar de su ocurrencia, a la Interventoría y a la EMB	plazo máximo de veinticuatro (24) horas contadas desde la ocurrencia de dichos eventos,	Apéndice Técnico Ambiental / Capítulo 12 de este documento, numeral 14.9.8 Procedimiento de reporte e investigación de accidentes, incidentes y enfermedades laborales.

Documento	Fecha de entrega	PMA o documento donde refiere la obligación
Atender y registrar mensualmente las PQRS asociadas a temas ambientales y de seguridad y salud en el trabajo presentadas, durante toda la vigencia del Contrato de Concesión.	Mensual	Apéndice Técnico Ambiental / Capítulo 10 de este documento, numeral 10.1.5.7. Programa de protección a la infraestructura y bienes de terceros.
Desarrollar procesos de formación, información, socialización, divulgación y participación comunitaria sobre los impactos y riesgos ambientales del Proyecto, así como las medidas de corrección, mitigación, compensación y prevención adoptadas para el Proyecto	Antes y durante la ejecución del Proyecto	Apéndice Técnico Ambiental /Capítulo 10 de este documento, numeral 10.1.5.1. Programa de información y comunicación pública.
Desarrollar los procesos de información, socialización y participación comunitaria o demás mecanismos de participación reglamentados en los Estándares, Salvaguardias, Políticas y Guías de las Entidades Multilaterales establecidos en el Contrato	Antes y durante la ejecución del Proyecto	Apéndice Técnico Ambiental /Capítulo 10 de este documento, numeral 10.1.5.1. Programa de información y comunicación pública.
<p>Para efectos del Contrato, las compensaciones ambientales son las siguientes: y aquellas que resulten al momento de la firma:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compensaciones por uso y aprovechamiento de recursos naturales establecidas en la Ley Aplicable. • Compensaciones de silvicultura, establecidas en la Ley Aplicable. • Compensación por el componente biótico (Manual de Compensación del Componente Biótico Resolución 256 de 2018 o aquella que la modifique y/o sustituya • Compensación por intervención de flora en veda - no 	Presentar el diseño de los Planes de compensación antes del inicio de las obras y se implementarán cuando se requiera	Apéndice Técnico Ambiental /Capítulo 15 Plan de Compensación.

Documento	Fecha de entrega	PMA o documento donde refiere la obligación
<p>vascular</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compensaciones por endurecimiento de zonas verdes por desarrollo de obras de infraestructura, establecidas en la Ley Aplicable. • Cualquier otra compensación que la Autoridad Ambiental imponga en el marco de las Licencias y Permisos. • Cualquier otra compensación que las Entidades Multilaterales impongan en el marco del cumplimiento de los Estándares, Salvaguardias, Políticas y Guías de las Entidades Multilaterales previo acuerdo con la Empresa Metro de Bogotá 		
<p>Presentar dentro del reporte mensual definido en el Contrato, el avance de la Gestión Social, Ambiental y SST.</p>	Mensual	Apéndice Técnico Ambiental
<p>El Concesionario deberá entregar, desde el inicio de la Etapa de Operación y Mantenimiento un reporte mensual en el cual indique el avance de la Gestión Social, Ambiental y SST.</p>	Mensual	Apéndice Técnico Ambiental
<p>El Concesionario deberá dar cumplimiento a todas las normas de ruido y vibraciones contenidas en el Contrato y la normatividad vigente.</p>	Cuando se requiera	Apéndice Técnico Ambiental / Capítulo 10 de este documento, numeral 10.1.3.1. Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación

Documento	Fecha de entrega	PMA o documento donde refiere la obligación
El Concesionario deberá entregar un protocolo de monitoreo de ruido y vibraciones para la Fase de Construcción, la Fase de Pruebas, Certificaciones y Puesta en Marcha y la Etapa de Operación y Mantenimiento, acorde con lo establecido Contrato	Sesenta (60) días de anterioridad al inicio de cualquier intervención de las obras que hacen parte de la Fase de Construcción	Apéndice Técnico Ambiental
El Concesionario deberá realizar los monitoreos de ruido y vibraciones durante la Fase de Construcción y la Fase de Pruebas, Certificaciones y Puesta en Marcha	Cada seis (6) meses	Apéndice Técnico Ambiental
El Concesionario deberá realizar los monitoreos de ruido y vibraciones durante la Etapa de Operación y Mantenimiento.	una (1) vez al año	Apéndice Técnico Ambiental
El Concesionario deberá remitir un plan de trabajo ambiental, social y SST, para la ejecución de las actividades a desarrollar en campo para los Estudios y Diseños que se ejecuten durante la Fase Previa.	veinte (20) Días antes del Inicio de cualquier actividad en campo.	Apéndice Técnico Ambiental
El Concesionario deberá entregar dentro del Plan de ejecución, el Programa de Entrega de los Planes de Manejo Ambiental y Social (PMAS) de la L2MB	veinte (20) Días antes del Inicio de cualquier actividad en campo.	Apéndice Técnico Ambiental

Documento	Fecha de entrega	PMA o documento donde refiere la obligación
Todas las actividades que se desarrollen en obra deberán contar con su respectivo plan de manejo ambiental y social, y se deberá surtir el proceso de la no objeción Ambiental y Social.	Previo al inicio de las obras	Apéndice Técnico Ambiental
Cuando surjan nuevas áreas o nuevas demandas de recursos naturales, nuevos impactos por el desarrollo de nuevas actividades y/o se evidencie que alguno de los programas del Plan de Manejo Ambiental y Social de la L2MB para las Entidades Multilaterales, no cumpla con el objetivo de prevenir, mitigar, corregir, controlar y compensar los impactos identificados, el Concesionario deberá ajustar y actualizar el Plan de Manejo Ambiental y Social de la L2MB para las Entidades Multilaterales	Cuando se requiera	Apéndice Técnico Ambiental
Antes de iniciar las obras, el Concesionario deberá contar con la No Objeción Ambiental y Social a los Planes de Manejo Ambiental y Social de la L2MB para las Entidades Multilaterales.	Antes de iniciar las obras	Apéndice Técnico Ambiental
Elaborar el Plan de Acción de la Biodiversidad asociado a las áreas cercanas a Humedales que pertenezcan a la Estructura Ecológica Principal. El Plan de Acción de la Biodiversidad debe ser estructurado con base en lo indicado en Contrato	noventa (90) Días de antelación del inicio de obras	Apéndice Técnico Ambiental

Documento	Fecha de entrega	PMA o documento donde refiere la obligación
El Concesionario deberá presentar a la Interventoría, un informe con el reporte del estado y/o de cierre de las actividades de Gestión Social, Ambiental y SST .	Ciento veinte (120) Días posteriores al acta de cierre de la etapa	Apéndice Técnico Ambienta

Elaborado: UT Movius

Nota: Las condiciones anteriormente mencionadas, podrán tener una modificación conforme el proceso de licitación pública internacional para la L2MB.

2.6. METODOLOGÍA

El Estudio de Impacto Ambiental y Social se realizó con base en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente (2018), así como, a partir de las Especificaciones Técnicas (ET-05) emitidas por la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) en noviembre de 2021 para la elaboración del estudio de Impacto Ambiental EIAS de la Línea 2 Metro de Bogotá (L2MB). De igual manera, las metodologías desarrolladas hacen parte de la experiencia por parte del Consorcio UT MOVIUS en este tipo de estudios las cuales se explican en los siguientes numerales

Respecto la cartografía Base de Datos Geográfica (GDB) ésta se realizó con base a la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 “*Por la cual se modifica y consolida el Modelo de Almacenamiento Geográfico contenido en la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos*” con el fin de estandarizar la entrega de los productos geográficos y cartográficos.

2.6.1. Caracterización ambiental

2.6.1.1. Área de Influencia

2.6.1.1.1. Definiciones.

El Decreto 1076 de 2015, en su artículo 2.2.2.3.1.1, define el área de influencia como *el Área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios.* Debido a que las áreas de extensión de los impactos pueden variar dependiendo del componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecruzan entre sí.

Ahora bien, atendiendo las consideraciones de los Términos de Referencia emitidos por la Financiera de Desarrollo Nacional para este estudio, la definición de las áreas de influencia del proyecto parte de la integración de diferentes elementos de análisis identificados en el medio físico, biótico y socioeconómico sobre los cuales se manifiestan y

trascienden los riesgos e impactos ambientales generados por las actividades de fase previa, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, en relación con la localización del Proyecto y su infraestructura asociada, como se representa en la Figura 3.

A continuación, se describen las fases que se han tenido en cuenta para la definición de las áreas de influencia para cada uno de los medios (componentes) sobre el cual interviene el proyecto:

- Identificación de actividades a ejecutar durante la fase de construcción y la fase de operación y mantenimiento del proyecto, en relación con la localización del Proyecto y su infraestructura asociada.
- Identificación de las áreas ambientalmente sensibles por cada uno de los componentes.
- Identificación y definición de los elementos de análisis para cada uno de los medios y sus componentes
 - Medio físico: suelos, geotecnia, geología, geomorfología, hidrología, hidrogeología y atmósfera.
 - Medio biótico: flora, fauna terrestre y elementos de los componentes de la Estructura Ecológica Principal.
 - Medio socioeconómico: Dimensiones demográficas, espacial, económica, cultural, arqueológica (línea base, prospección), política-organizativa necesarias para la caracterización del área de influencia y comunidad.
- Construcción cartográfica del área de influencia directa e indirecta

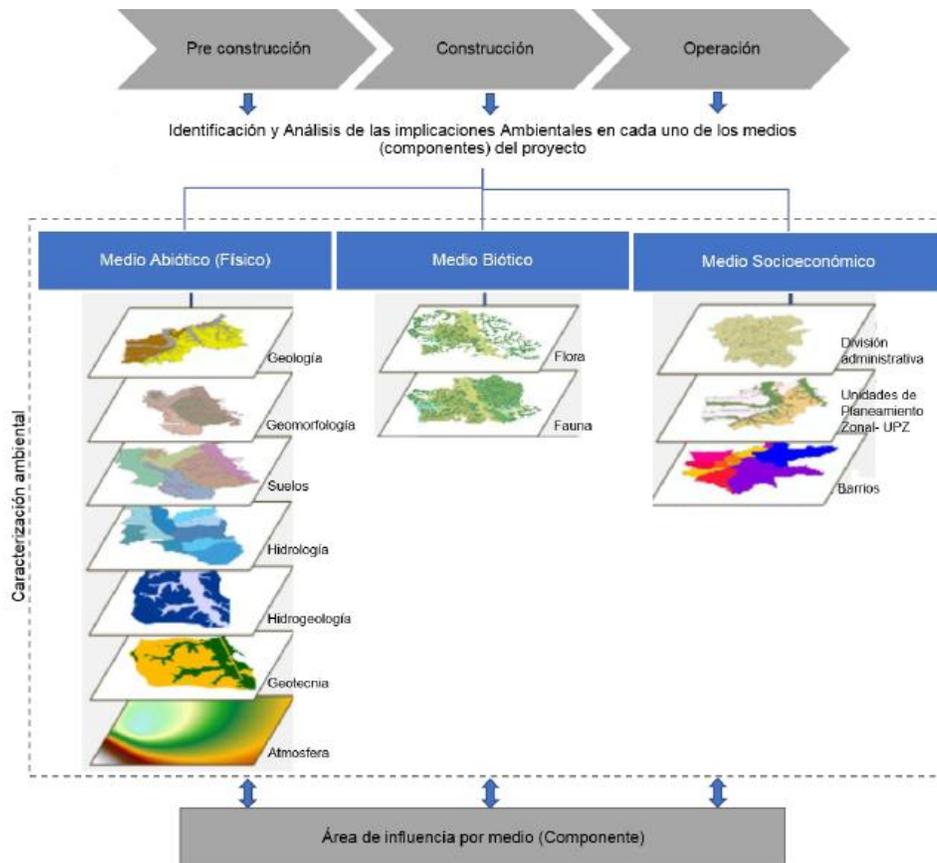


Figura 5. Esquema de definición de áreas de influencia
Fuente: MinAmbiente y ANLA, 2014. Esquema modificado por la UT MOVIUS, 2021.

- Área de influencia directa (AID)

Se define el área de influencia directa del Proyecto teniendo en cuenta los impactos generados directamente por las actividades de construcción, operación y mantenimiento, en relación con la localización del Proyecto y su infraestructura asociada. En este sentido, se define como Área de Influencia Directa a aquella donde se manifiestan los impactos directos, es decir, los impactos generados por las actividades directas de construcción, de operación y de mantenimiento, que corresponden a áreas de estaciones, área de patio taller, área de cola de maniobras, áreas de ventanas de ventilación, áreas de campamento y zonas de carga y descargue. La información que se levanta en campo para la caracterización de esta área de influencia directa es de carácter primario, resultado de los trabajos de campo.

- Área de influencia indirecta (AIi)

El área de influencia indirecta del Proyecto está asociada a los impactos indirectos, es decir, aquellos que puedan trascender el espacio físico del Proyecto y su infraestructura asociada; en términos prácticos, corresponde a una zona complementaria al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan los impactos indirectos. La información que se utiliza en el presente estudio para la caracterización de esta área de influencia indirecta es tanto de carácter primario como secundario.



La alimentación eléctrica del proyecto llega a subestaciones de ENEL Codensa, las cuales no forman parte de la L2MB, en el caso que la empresa prestadora de servicios públicos requiera construir nuevas instalaciones para prestar el servicio eléctrico al proyecto, estas podrán ser consideradas dentro de las instalaciones conexas del proyecto. Estas instalaciones conexas cumplirán con los requisitos de los EIAS en la medida en apliquen según las políticas ambientales y sociales de la banca multilateral.

Aquellas instalaciones asociadas o conexas, que se definan en la etapa de construcción por parte del CONCESIONARIO y que por alguna razón no se financien dentro de la L2MB, tendrán que cumplir con todos los requisitos de los EIAS en la medida en que apliquen según las políticas ambientales y sociales de la banca multilateral.

2.6.1.1.2. Área de Influencia preliminar

2.6.1.1.2.1. Desarrollo Metodológico.

Tal como se establece la metodología para la definición de área de influencia (Ver capítulo 2 Generalidades) , el primer paso para la definición del área de influencia preliminar del proyecto consistió en el entendimiento del territorio desde la información secundaria disponible y de las implicaciones asociada a las obras y actividades propias del proyecto para identificar los potenciales impactos que se podrían generar con ocasión del mismo.

A continuación, en la Tabla 6 se presenta un resumen de las principales obras y actividades en armonía con la descripción técnico operativa que se presenta en el Capítulo 3. Descripción del Proyecto y los impactos preliminarmente identificados asociados a su incorporación en el territorio, impactos que son analizados con detalle en el Capítulo 8. Evaluación Ambiental y social, y a partir de los cuales se ajusta el Área de Influencia Directa e Indirecta; y en la Figura 4 se presenta el tiempo de duración de cada etapa.

Tabla 11. Actividades para el análisis de impactos del proyecto

Etapa	Actividad
Previa	Estudios de ingeniería de detalle para la construcción

Etapa	Actividad
	Acercamiento con comunidades e instituciones
	Compra de predios, adecuación, demolición y mejoras
	Traslado anticipado de redes primarias
Construcción	Traslado de redes y servicios interceptados o secundarios
	Desvío y Manejo de tráfico (PMT)
	Descapote y remoción de la cobertura vegetal
	Aprovechamiento forestal
	Excavaciones y rellenos
	Adecuación de vías de acceso
	Compra de predios, adecuación, demolición y mejoras
	Acopio temporal de materiales
	Construcción de patios y talleres
	Construcción de estaciones del metro
	Construcción de edificios laterales de acceso
	Puesto central de control - OC
	Tratamientos especiales a nivel de la geotecnia superficial
	Tratamientos especiales a nivel de la geotecnia subterránea
	Conformación pozo de entrada y salida de túnel
	Transporte y manejo de suelo excavado
	Pre-fabricación dovelas (anillos de concreto)
	Construcción de pozos de evacuación y bombeo (chimeneas)
Instalación de instrumentación geotécnica	

Etapa	Actividad
	Construcción de Túneles
	Superestructura de vía
	Viaducto
	Espacio público y urbanismo
	Material rodante
	Señalización y control de trenes
Operación	Funcionamiento de la línea
	Funciones de estaciones y patio taller
	Mantenimiento de la línea y trabajos de conservación estructural
	Manejo de residuos sólidos ordinarios y peligrosos
	Manejo de residuos líquidos y/o sustancias químicas
	Manejo y control de señalización
	Operación del puesto central de control
	Manejo de aguas de infiltración
	Mantenimiento zonas verdes
	Mantenimiento de sistema de puertas de andén
	Mantenimiento de sistema de comunicaciones - billeteaje

Fuente: UT MOVIUS, 2022

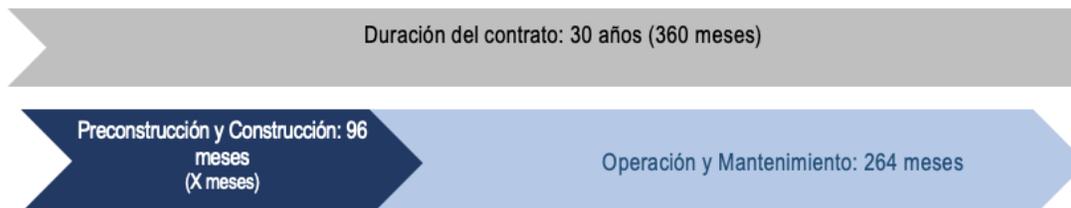


Figura 6. Plazo del contrato
Fuente: UT MOVIUS, 2022

2.6.1.1.2.2. Identificación preliminar de impactos.

A partir del conocimiento del territorio y del entendimiento de las obras y actividades asociadas al proyecto L2MB, se realizó la identificación preliminar de los impactos que afectarán a los diferentes componentes del ambiente. Para esto, cada profesional realizó, desde su temática específica, una evaluación de la información disponible, tomando como insumo el estudio de Estructuración Técnica del 2019 y 2021, información primaria y secundaria y la implantación del proyecto, se especializa las diferentes elementos de análisis (componentes) como son áreas directas a intervenir, cuencas hidrográficas, ronda hidráulica de los diferentes cuerpos de agua que se sobreponen al proyecto, especialización de la coberturas vegetales, límites político administrativos o barriales y modelos predictivos (aire, ruido), entre otros, se especializan en una capa digital (*shape*) con el programa ArcGis y se identifican lo impactos preliminares que generará el proyecto.

2.6.1.1.2.3. Taller de especialistas.

Una vez identificados desde cada componente los potenciales impactos a generar por el proyecto se realizó un taller de especialistas, en el cual se hizo una primera aproximación conjunta a su especialización en el territorio; se discutió su posible implicación sobre los atributos ambientales propios de otros componentes y/o medios y a partir de allí se ajustó el área preliminar de afectación del impacto. Las áreas resultantes se digitalizaron en ArcGis, en el cual se homologaron áreas con interés de evaluación desde diferentes componentes, se establecieron las variables más representativos o sensibles que puedan tener mayor relevancia en el desarrollo del proyecto a la hora de evaluar los impactos, se identificaron los impactos que en este nivel de avance de los estudios se consideran como los más significativos por sus efectos, se obtuvo la especialización de la extensión en el territorio, y se avaló por todos los participantes el área de influencia preliminar (directa e indirecta).

2.6.1.1.2.4. Resultados - Área de Influencia Preliminar Identificada

El análisis de los impactos identificados preliminarmente y la especialización de su extensión permitió establecer un área preliminar para cada uno de los atributos, componentes o grupo de componentes potencialmente afectado, la cual se presenta a continuación.

2.6.1.1.3. Área de influencia final

2.6.1.1.3.1. Desarrollo metodológico.

- Identificación definitiva de impactos

A partir de la evaluación ambiental y social (Capítulo 8. Evaluación de Impactos), la cual a su vez es resultado de los análisis de caracterización de la línea base (Capítulo 5. Caracterización del área de influencia), se establecen

La extensión establecida para estos impactos corresponderá al área de influencia definitiva de cada componente o grupo de componentes en análisis, en cumplimiento de lo establecido por la metodología para la elaboración y presentación de estudios ambientales.

- Taller de expertos Área de Influencia Definitiva

Una vez realizada la evaluación ambiental y social de impactos, definida la extensión de los mismos y establecida el área de influencia definitiva para los diferentes componentes o grupos de componentes del ambiente se procedió a realizar un taller de expertos, con el objetivo de evaluar posibles implicaciones de las superposiciones e interacciones entre estas áreas identificadas. Los análisis realizados permitieron corroborar -en muchos casos- o redelimitar -en otros- las áreas de influencia definitiva para los diferentes grupos de componentes o componentes del ambiente.

- Resultados - Área de Influencia Definitiva

El área de influencia definitiva para cada atributo, componente o grupo de componentes del proyecto es la resultante de los análisis de la información primaria obtenida en campo y como producto de la identificación, cualificación, cuantificación y jerarquización de impactos del proyecto, evaluación que se presenta desarrollada en el Capítulo 8. Evaluación Ambiental y Social.

2.6.1.2. Medio Físico

2.6.1.2.1. Geología

Las metodologías adoptadas para las cuatro temáticas que hacen parte del componente geosférico están orientadas a satisfacer los lineamientos y requerimientos de información consignada en las especificaciones y requerimientos de la ET-05 en la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social de la Línea 2 Metro de Bogotá.

La nomenclatura estratigráfica se basa principalmente en las cartografías geológicas del Servicio Geológico Colombiano (antes INGEOMINAS), en especial la Plancha 227 - La Mesa (Ulloa et al, 1998) a escala 1:100000 y el Mapa Geológico de la Sabana de Bogotá a escala 1:50000 del Proyecto Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá (INGEOMINAS - UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, 1997).

La metodología involucra la interpretación de información de estudios anteriores y se complementa con los datos litológicos de exploración superficial así como los obtenidos del registro litológico de las perforaciones realizadas a lo largo del corredor de la L2MB, adicionalmente con los resultados del análisis de la información de ensayos de laboratorio de las muestras obtenidas durante las fases 1 y 2, se estableció el cambio de las propiedades del suelo, y permitió realizar la diferenciación de zonas homogéneas.

Con el propósito de precisar la cartografía geológica de superficie y del subsuelo del Área de Influencia, se recopilaron los resultados de las campañas exploratorias ejecutadas al 2021, los resultados de los estudios y diseños a nivel de detalle (Fase III) del proyecto y una campaña de campo en el marco del estudio ambiental por parte de un profesional en geología, a lo largo de todo el trazado, para el reconocimiento del terreno en esta zona, la verificación de las unidades litológicas y condición del terreno, procesos morfodinámicos sobre la huella de intervención y características geomorfológicas del área de influencia.

De acuerdo con lo anterior y con la exploración geológico-geotécnica ejecutada en el marco de los estudios de ingeniería, se analizó y estructuró la información técnica del proyecto y se ajusta la base cartográfica a nivel de la geología de superficie y del subsuelo para los sitios de obras proyectadas.

Se adoptó información sobre la planimetría y topografía de detalle para obtener el Modelo Elevación Digital - DEM del área de influencia y las secciones de análisis transversales (9) y la sección longitudinal a lo largo de todo el trazado, sobre las cuales se plasma la información relacionada con las variaciones verticales y laterales de las unidades aflorantes en el área de influencia a nivel de superficie y a nivel vertical hasta el cubrimiento espacial del alineamiento de las obras subterráneas (estaciones, pozos y el túnel), correlacionando los resultados de las investigaciones geotécnicas.

Se generaron secciones geológicas transversales a lo largo de las obras proyectadas que incluyen las estructuras subterráneas y elevadas (viaducto y patio taller), los ejes corresponden a perfiles que cubren la implantación proyectada a nivel vertical, de manera que ilustran las variaciones litológicas verticales y laterales de la cimentación profunda y más representativas en cada sitio. Esta información se consigna en el Anexo 5.2 -1.1 al Anexo 5.2 -1.4.

2.6.1.2.2. Geomorfología

La geomorfología involucra el aspecto externo de los materiales naturales, de acuerdo a su origen y evolución. La forma corresponde a una imagen instantánea de unos procesos naturales, por lo tanto, puede ser representada como un área o un volumen según la forma como se proyecte. Los procesos naturales imprimen paisajes característicos, los cuales permiten su identificación, delimitación, y cartografía. La evolución de las geoformas, se puede deducir al comparar y establecer la magnitud, la repetición de los trazos y rasgos, y la distribución de los componentes en cualquier área de análisis y de influencia del componente.

El método de cartografía y clasificación de terrenos propuestos en el estudio de la L2MB, está basado principalmente en el Sistema Internacional Institute for Aerospace Survey and Earth Science – ITC (Van Zuidam, 1986), Verstappen y Van Zuidam (1992) y Carvajal (2002), mediante la interpretación de imágenes aeroespaciales (Modelo Elevación Digital - DEM) y propias del proyecto, cuyo objetivo es delimitar áreas, geoformas del relieve, patrones de drenaje de manera concisa y sistemática que permita determinar las formas del terreno y los procesos geomorfológicos que actúan sobre ellas, siempre recordando que el objetivo de la información adquirida ha de ser agrupada y compilada mediante sistemas de información Geográfica (SIG).

La metodología tiene en cuenta la clasificación fisiográfica del terreno y de su comportamiento, hechos a partir de un análisis integral de las unidades litológicas que afloran en superficie y de la geomorfología resultante del balance de los procesos tectónicos y del intemperismo (clima, hidrología, desarrollo de suelos, variaciones litológicas, evolución tectónica, etc.).

Para el área de análisis y de influencia, se consideran las características fisiográficas de geoestructura, provincia geomorfológica, unidades de relieve y sus respectivos ambientes morfogenéticos. Se correlaciona la información obtenida en la cartografía geológica del área de estudio, las condiciones de evolución tectónica del área, factores determinantes en el modelado del relieve.

Finalmente, los resultados hacen parte integral en el estudio los cuales se describen en detalle en el numeral 5.2.1.1 del Capítulo 5 Abiótico y se consignan en la cartografía temática de soporte y en la GeoDataBase respectiva. Los soportes hacen parte integral en el estudio y se consignan en la cartografía temática de soporte y en la GeoDataBase respectiva del componente, y en los anexos de soporte desde el Anexo 5.2 -2.1 al Anexo 5.2 -2.4. Plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0007_V01.

2.6.1.2.2.1. Análisis Multitemporal

La metodología para el análisis multitemporal a lo largo del trazado de la Línea 2 Metro de Bogotá - L2MB involucró la fotointerpretación de imágenes satelitales entre los años 1967 y 2017, así como la comparación de éstas con fotografías aéreas de diferentes períodos, reportando principalmente aquellos cambios morfológicos, identificando la variación de los contornos de cuerpos de agua y de coberturas a través del tiempo. Los resultados se consignan en el Anexo 5.2 -2.3.

2.6.1.2.2.2. Morfometría

En el geoprocesamiento de la topografía base y de detalle, se analizan elementos de tipo línea y área de la superficie del terreno, como: (i) contorno (líneas de igual altura sobre el geode), (ii) línea de pendiente (línea de flujo gravitacional pendiente abajo que forman ángulos derechos respecto a las líneas de contorno), (iii) llanuras, corresponden a las áreas de bajo relieve donde todos los valores de altitud son iguales.

Los parámetros morfométricos de carácter local y regional son extraídos a partir de modelos digitales de elevación, y contribuyen a la caracterización de las formas del terreno en términos de la altura relativa, la densidad del drenaje y el gradiente de pendiente; estos atributos son aplicados a cualquier nivel categórico con peso variable e incluidos en la cartografía del mapa de pendientes o morfometría del terreno. Las categorías determinadas en la zonificación morfométrica corresponden a la discriminación establecida en los dominios del modelo de almacenamiento geográfico vigente. Los resultados se consignan en el Anexo 5.2 -2.1.

Tabla 12. Categorización de las pendientes del terreno

Código	Descripción
6010	A nivel, 0-1% (a)
6020	Ligeramente plana, 1-3% (a)
6030	Ligeramente inclinada, 3-7% (b)
6040	Moderadamente inclinada, 7-12% (c)
6050	Fuertemente inclinada, 12-25% (d)
6060	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada, 25-50% (e)
6070	Moderadamente escarpada o moderadamente empinada, 50-75% (f)
6080	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada, 75-100% (g)
6090	Totalmente escarpada, >100% (g)

Fuente: Adaptado de acuerdo con lo estipulado en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 ANLA

Respecto al geoprocesamiento y modelaciones en el componente geomorfológico involucró las siguientes actividades particulares:

- Extracción del DEM del área de estudio: Contiene todos los píxeles que corresponden a las alturas definidas por una máscara (Área Influencia).
- Generaciones curvas detalladas de nivel cada 50 cm tomado como base el modelo digital de elevación (Análisis espacial, curvas por superficie): Se crea una entidad tipo línea de contorno (isolíneas) de la superficie con alturas sobre el nivel del mar en metros.

- Elaboración del Triangulated Irregular Network (TIN), (Herramientas de análisis 3D, TIN): Toma como base las curvas de nivel para realizar una triangulación de la superficie, el resultado es un modelo de terreno exacto que representa de forma eficiente y precisa la superficie.
- Conversión del TIN a formato raster (Herramientas de análisis 3D, conversión): Se realiza el cambio de formato TIN a RASTER pues la herramienta de pendientes requiere que la capa de entrada sea tipo RASTER, con base en el levantamiento topográfico de detalle para el área de influencia del componente.
- Generación de pendientes a partir del raster (Análisis espacial, superficie): Se identifica la pendiente (gradiente o cambio máxima en z) de cada pixel obteniendo como resultado un mapa raster que muestra dichos cambios en porcentajes o grados los cuales se pueden clasificar de forma manual, geométrica, por cuantiles, desviación estándar, entre otros.

Para el análisis, se generaron pendientes por porcentajes y se aplicó el método de clasificación Natural Breaks Jenks, en donde el programa calcula las diferencias de valores entre los individuos estadísticos ordenados de forma creciente colocando un límite para separar los grupos que tienen diferencias de valores altas.

Las categorías identificadas se obtuvieron teniendo en cuenta los parámetros específicos descritos y relacionados con la litología, la morfogénesis, morfometría y las morfoestructuras asociadas.

Finalmente, los resultados hacen parte integral en el estudio los cuales se describen en detalle en el numeral 5.2.1.2 del Capítulo 5 Abiótico y se consignan en la cartografía temática de soporte y en la GeoDataBase respectiva.

2.6.1.2.2.3. Zonificación susceptibilidad ocurrencia de los fenómenos de erosión y remoción en masa

En la generación del mapa de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa específico para el área de estudio, empleó variables cualitativas y cuantitativas; dentro de las variables cualitativas se encuentra la geología, geomorfología, suelos y cobertura de la tierra y dentro las variables cuantitativas se encuentran la pendiente, longitud de la pendiente, las cuales se derivan del modelo digital de elevación (DEM).

Se realiza un análisis multicriterio que involucra la utilización de datos geográficos, debiendo establecer las preferencias y combinaciones (o agregaciones) de los datos, de acuerdo a reglas de decisiones específicas que han sido implementados en el geoprocetamiento de las cuatro variables principales de acuerdo con el nivel, unidad de análisis y escala del estudio mediante un sistema de procesamiento en ARCGIS. Para efectos de los análisis heurísticos para determinar el Índice de Susceptibilidad de Movimientos en masa (ISD), se propone la utilización de procesos de análisis jerárquicos.

El método heurístico adoptado para el geoprocetamiento de la información temática para el área de influencia del componente incluye un análisis estadístico bivariado cada factor de mapeo (pendiente, geología, suelos, coberturas vegetales, niveles de precipitación), se combina y se calculan valores ponderados de densidades de movimientos en masa para cada clase, unidad geológica, variación morfométrica, unidades de coberturas vegetales y como detonantes los niveles de precipitación.

Los pesos ponderados para cada factor de mapeo corresponden de acuerdo con la incidencia de cada uno en el contexto geográfico donde se ubica el proyecto. Para el caso de la L2MB, el factor de mapeo asociado a la geología como la pendiente son determinantes y presentan para la zonificación un peso de ponderación del 25% y para la morfometría del 20% y para las coberturas vegetales y las isoyetas del 15% respectivamente.

Se adopta la simbología y nomenclatura de acuerdo con las exigencias cartográficas de los mapas según los estándares propuestos a nivel de unidades y subunidades, propuestos por Carvajal (2002) y del Servicio Geológico Colombiano para la cartografía y zonificación geomorfológica y geomecánica (2004).

La información complementaria aplicada en la zonificación incluye los siguientes aspectos:

- Mapa de pendientes con intervalos adecuados.
- Definición de la composición litológica y suelos para cada una de las geoformas establecidas
- Tipo de estructuras, estilo estructural
- Definición de las fallas tectónicas
- Establecer y complementar los atributos evaluados y analizados mediante una base de datos relacionada con la cartografía.
- Superponer la información cartográfica hasta obtener la zonificación susceptibilidad a partir de los mapas analíticos y temáticos.

El resultado en la zonificación de las áreas con diferentes características sobre procesos exogenos y endogenos que delimitan la respuesta de los materiales a la ocurrencia de procesos de erosión concentrada o de remoción en masa con la interacción de las variables y factores de mapeo establecidos en el contexto que se ubica el proyecto de la L2MB. Los resultados de la zonificación se consignan en el Anexo 5.2 -2.4.

2.6.1.2.3. Suelos

Para la realización del presente estudio, se tuvo en cuenta la metodología general para la elaboración y presentación de Estudios Ambientales (MADS - ANLA, 2018), los términos de referencia ET05 – Estudio de impacto ambiental y social (EIAS) Adenda 4 y los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de Construcción de líneas férreas - TdR-03 (MADS - ANLA, 2017), los cuales presentan parámetros establecidos por los diferentes institutos y entidades oficiales que tienen por función la generación, administración y análisis de información que, para el caso del componente edáfico, se basa principalmente en la utilización de la metodología ofrecida y definida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2014), que ha sido formulada siguiendo el Sistema Taxonómico Americano (Soils Taxonomy), actualizado a 2014 (USDA - NRCS, 2014).

De igual forma y como fuente de consulta para la caracterización de los suelos en el presente documento, se tiene en cuenta la actualización del POMCA del Río Bogotá (2017), para determinar la relación suelo-paisaje con los elementos ambientales que participan en esta relación. De tal forma que la descripción de suelos se realiza de acuerdo con los tipos de relieve presentes en cada paisaje, y que se caracterizan por tener condiciones similares en cuanto a clima, topografía y materiales parentales. La caracterización se complementa además con la descripción de perfiles del suelo, pruebas de infiltración y toma de muestras de suelos con sus respectivos análisis de laboratorio realizados del 13 de mayo del 2022 al 04 de Junio de 2022 para las 12 estaciones de servicio y del 14 al 16 de Marzo de 2022 para la toma de los horizontes del proyecto, como se describe más adelante en el documento. La revisión de información secundaria permite tener una visión general del nivel de detalle en la información regional generada por las instituciones en los temas de interés para el proyecto, como es el caso de los componentes: suelos, geomorfología, aptitud y uso de los suelos, así como del manejo técnico propuesto para el recurso.

Se realizó puntos de muestreo, a partir de de calicatas (huecos de 80 cm de ancho, 150 cm de largo y 100 cm de profundidad) en los cuales se describen en detalle las características morfológicas del perfil (límites entre horizontes, color, textura de campo, estructura, consistencia y distribución y cantidad de raíces) y se toman muestras de cada uno de los horizontes encontrados para los análisis químicos y físicos.

2.6.1.2.4. Calidad del agua

Se definieron un total de nueve cuerpos de agua para los monitoreos (seis lóticos y tres lénticos). La selección de los puntos de monitoreo se dio teniendo en cuenta los cuerpos de agua que están en cercanía a la infraestructura y se superponen con el corredor subterráneo de la Línea 2 Metro de Bogotá.

Adicionalmente se obtendrá información sobre los todos los sistemas lénticos y lóticos identificados, así como las cuencas hidrográficas existentes dentro del área de influencia del componente, incluyendo zonas de recarga, las cuales estarán localizadas en mapas a escala 1:10.000.

Los cuerpos de agua seleccionados se muestrearon teniendo en cuenta los dos periodos climáticos en época seca realizados los días 21, 24, 28, 29 y 30 de junio de 2022 y época de lluvias realizada los días 18, 19, 24, 25, 30 de mayo de 2022 y 01 de junio de 2022, por lo cual se consideran un total 20 puntos de monitoreo por cada época. Se analizó las concentraciones de los siguientes parámetros:

Tabla 13. Parámetros a analizar.

Parámetro
Sólidos suspendidos totales, secado a 103°C - 105°C
Sólidos disueltos totales
Sólidos sedimentables
pH
Temperatura del agua
Demanda bioquímica de oxígeno DBO5
Demanda química de oxígeno DQO
Oxígeno disuelto
Turbiedad, método nefelométrico
Grasas y aceites
Caudal (Cuerpos lóticos)
Aforo (Cuerpos lóticos)
Arsénico
Bario
Cadmio
Cobre
Conductividad
Fósforo total
Hidrocarburos
Mercurio
Níquel
Nitrógeno total
Plata
Plomo
Selenio
Tensoactivos (SAAM)
Zinc
Color real
Alcalinidad total
Acidez total
Dureza Cálcica
Dureza total
Fenoles totales
Coliformes fecales
Coliformes totales

Fuente: UT MOVIUS, 2021.

Para complementar el análisis de calidad de agua superficial, se calcularán los índices de calidad del agua exigidos por los términos de referencia para la elaboración de EIA en proyectos de construcción de líneas férreas de la ANLA, la metodología para la elaboración de Estudios Ambientales expedida por la ANLA en el 2018 y lo estipulado en la Convocatoria Pública FDN – VE – CP – 07 – 2021. Estos son: Índice de Langelier, índice de Capacidad Buffer, Índice de Calidad del Agua (ICA) y el Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua (IACAL).

Adicionalmente, se calcularán los Índices de Contaminación - ICO's. A continuación, se describe y se indica el procedimiento para el cálculo de cada índice.

- **Índice de Langelier**

El índice de Langelier, está basado en la saturación de carbonato de calcio (CaCO_3). Este evalúa el efecto del pH sobre el equilibrio de solubilidad del CaCO_3 , por lo tanto, es un indicador de la tendencia de deposición de la película de CaCO_3 . Frecuentemente es empleado para evaluar el potencial corrosivo del agua.

La determinación del índice de Langelier se realiza usando la siguiente ecuación:

$$IL = pH_A - pH_S$$

Ecuación 1. Índice de Langelier

En donde:

IL es el Índice de Langelier (adimensional)

pH_A es el pH actual del agua (unidades de pH)

pH_S es el pH de saturación o pH al cual se logra el equilibrio calcocarbónico del agua (unidades de pH)

El valor de pH_S se calcula con la ecuación:

$$pH_S = (9,3 + A + B) - (C + D)$$

A, B, C y D se obtienen mediante las siguientes ecuaciones:

$$A = \frac{\log(SDT) - 1}{10}$$

$$B = -13,12 \log(T + 273,15) + 34,55$$

$$C = \log(\text{Dureza Cálctica})$$

$$D = \log(\text{Alcalinidad})$$

En donde:

SDT es la concentración de sólidos disueltos totales en la muestra de agua (mg/l)

T es la temperatura del agua (°C)

DC es la dureza cálcica -para las muestras el cálculo se realiza con dureza total y cálcica (mg CaCO_3 /l)

ALC es la alcalinidad (mg CaCO_3 /l).

La clasificación general del índice de Langelier se presenta en la Tabla 10.

Tabla 14. Clasificación del índice de Langelier

Índice de Langelier	Clasificación
IL = 0	Agua en equilibrio químico
IL < 0	Agua con tendencia a ser corrosiva
IL > 0	Agua con tendencia incrustante

Fuente: (Arnalich, 2008)

- **Índice de capacidad de buffer (tampón)**

En relación con la capacidad buffer, se toma como parámetro representativo la alcalinidad total, la cual está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos y representa el principal sistema amortiguador de las aguas. Cuando las aguas tienen alcalinidades inferiores se vuelven muy sensibles a la contaminación, ya que no tienen capacidad para oponerse a las modificaciones que generan disminuciones del pH (acidificación).

Tabla 15. Clasificación de los cuerpos de agua según su alcalinidad total.

Descripción	Alcalinidad (mg/l)
Sensibles a contaminación	< 20
Mínimo aceptable	20
Pobrementemente amortiguadas	< 25
Moderadamente amortiguadas	25 - 75
Muy amortiguadas	> 75

Fuente. UT MOVIUS, 2022.

- **Índice de Calidad del Agua - ICA**

El ICA es un número (entre 0 y 1) que indica el grado de calidad de un cuerpo de agua, en términos del bienestar humano independiente de su uso. Este número es una agregación de las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del cuerpo de agua, el cual da indicios de los problemas de contaminación.

El indicador se calcula a partir de los datos de concentración de un conjunto de cinco o seis variables que determinan la calidad de las aguas corrientes superficiales. Las variables son: oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica, pH y Nitrógeno total/Fósforo total (NT/PT).

La fórmula de cálculo del indicador es:

$$ICA_{njt} = \sum_{i=1}^n (W_i * I_{ikjt})$$

Ecuación 2. Índice de Calidad del Agua

Donde:

ICAnjt = Es el Índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua j en el tiempo t, evaluado con base en n variables.

Wi = Es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad i.

likjt = Es el valor calculado de la variable i (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente), en la estación de monitoreo j, registrado durante la medición realizada en el trimestre k, del período de tiempo t.

n = Es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5, o 6 dependiendo de la medición del ICA que se seleccione.

Se incluirá el valor mínimo del ICA registrado en el periodo de tiempo t y además, el ICA promedio de ese periodo, que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ICA \text{ promedio}_{njt} = \frac{\sum_{k=1}^m (\sum_{i=1}^n W_i * I_{ikjt})}{m}$$

Donde:

m = Es el número de muestreos en los cuales se midieron las variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador. $1 \leq m \leq 4$ si el periodo es anual.

En la Tabla 12 y Tabla 13 se presentan las variables y la ponderación que tienen dentro de la fórmula de cálculo del ICA, para el caso en los que se utilizan cinco o seis variables respectivamente.

Tabla 16. Variables y ponderación para el caso de 5 variables

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto	% Saturación	0,2
Sólidos suspendidos Totales, SST	mg/l	0,2
Demanda química de oxígeno, DQO	mg/l	0,2
Conductividad eléctrica, CE	µS/cm	0,2
pH	Unidades de pH	0,2

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2011

Tabla 17. Variables y ponderación para el caso de 6 variables

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Oxígeno disuelto	% Saturación	0,17
Sólidos suspendidos Totales, SST	mg/l	0,17
Demanda química de oxígeno, DQO	mg/l	0,17
NT/PT	-	0,17

Variable	Unidad de medida	Ponderación
Conductividad eléctrica, CE	μS/cm	0,17
pH	Unidades de pH	0,15

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2011

A continuación, se presentan las ecuaciones de referencia para cada una de las variables necesarias para el cálculo del ICA:

Tabla 18.. Ecuaciones para cálculo del Índice utilizado en el ICA

Variable	Descripción
Oxígeno disuelto (OD)	<p>Esta variable tiene el papel biológico fundamental de definir la presencia o ausencia potencial de especies acuáticas. El índice de OD se calcula así:</p> $I_{OD} = 1 - (1 - 0,01 * I_{OD})$ <p>Cuando el porcentaje de saturación de oxígeno disuelto es mayor al 100%, se calcula así:</p> $I_{OD} = 1 - (1 - 0,01 * I_{OD} - 1)$
Sólidos Suspendidos Disueltos (SST)	<p>La presencia de sólidos suspendidos en los cuerpos de agua indica cambio en el estado de las condiciones hidrológicas de la corriente.</p> <p>El subíndice de calidad para sólidos suspendidos se calcula así:</p> $I_{SST} = 1 - (-0,02 + 0,003 * SST)$ <p>Si $SST \leq 4,5$ entonces $I_{SST} = 1$ Si $SST \geq 320$ entonces $I_{SST} = 0$</p>
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	<p>La DBO refleja la presencia de sustancias químicas susceptibles de ser oxidadas a condiciones fuertemente ácidas y alta temperatura, como la materia orgánica, ya sea biodegradable o no y la materia inorgánica.</p> <p>Si $DQO \leq 20$ entonces $I_{DQO} = 0,91$ Si $20 < DQO \leq 25$ entonces $I_{DQO} = 0,71$ Si $25 < DQO \leq 40$ entonces $I_{DQO} = 0,51$ Si $40 < DQO \leq 80$ entonces $I_{DQO} = 0,26$ Si $DQO > 80$ entonces $I_{DQO} = 0,12$</p>
Variable	Descripción
Conductividad eléctrica (C.E.)	<p>Está íntimamente relacionada con la suma de cationes y aniones determinada en la forma química, refleja la mineralización.</p> $I_{CE} = 1 - 10^{(-3,261,34 \text{Log}10C.E)}$

Variable	Descripción
	Cuando: $I_{CE} < 0$, entonces $I_{CE} = 0$
pH	Mide la acidez, valores extremos pueden afectar la flora y la fauna acuáticas. Si $pH < 4$ entonces $I_{pH} = 0,1$ Si $4 \leq pH \leq 7$ entonces $I_{pH} = 0,02628419 e^{pH-052002}$ Si $7 \leq pH \leq 8$ entonces $I_{pH} = 1$ Si $8 \leq pH \leq 11$ entonces $I_{pH} = 1 * e^{[(pH-8)-0,5187742]}$ Si $pH > 11$, entonces $I_{pH} = 1$
Nitrógeno total/Fósforo total (NT/PT)	Mide la degradación por intervención antrópica, es una forma de aplicar el concepto de saprobiedad empleado para cuerpos de agua lénticos (ciénagas, lagos, etc.) como la posibilidad de la fuente de asimilar carga orgánica. La fórmula para calcular el subíndice de calidad para NT/PT es: Si $15 \leq NT/PT \leq 20$, entonces $I_{NT/PT} = 0,8$ Si $10 < NT/PT < 15$, entonces $I_{NT/PT} = 0,6$ Si $5 < NT/PT < 10$, entonces $I_{NT/PT} = 0,35$ Si $NT/PT \leq 5$, ó $NT/PT > 20$, entonces $I_{NT/PT} = 0,15$

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2011

Los valores optativos que puede llegar a tomar el indicador han sido clasificados en categorías, de acuerdo a ellos se califica la calidad del agua de las corrientes superficiales, al cual se le ha asociado un color como señal de alerta.

Tabla 19. Calificación de la calidad del agua según los valores que tome el ICA

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Calificación de la calidad del agua	Señal de alerta
0,00 - 0,25	Muy mala	Rojo
0,26 - 0,50	Mala	Naranja
0,51 - 0,70	Regular	Amarillo
0,71 - 0,90	Aceptable	Verde
0,91 - 1,00	Buena	Azul

Fuente: Hoja Metodológica Índice de Calidad del Agua en corrientes superficiales (ICA). IDEAM, 2008.

- **Alteración Potencial de la Calidad del Agua - IACAL**

Este indicador determina la relación entre la carga contaminante y la oferta hídrica de un cuerpo de agua superficial para un año medio o un año seco, en el cual se consideran cinco variables. Las variables que se utilizan para la estimación del IACAL son DBO, diferencia entre DQO y DBO, SST, NT y PT.

$$IACAL_{ijt \text{ año med}} = \frac{\sum_{i=1}^n Catiacal_{itj-\text{año med}}}{n}$$

$$IACAL_{ijt \text{ año sec}} = \frac{\sum_{i=1}^n Catiacal_{itj-\text{año sec}}}{n}$$

Ecuación 3. Alteración Potencial de la Calidad del Agua

Dónde:

$l_{acal_{ijt-\text{año}}}$ es el Índice de alteración potencial de la calidad del agua de una subzona hidrográfica j durante el período de tiempo t, evaluado para una oferta hídrica propia de un año medio o año seco, dependiendo del caso. n es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5.

Catiacal es la categoría de clasificación de la vulnerabilidad por la potencial alteración de la calidad del agua que representa el valor de la presión de la carga estimada de la variable de calidad i, que se puede estar vertiendo a la subzona hidrográfica j durante el período de tiempo t dividido por la oferta hídrica propia de un año medio o año seco, dependiendo del caso. Para el cálculo del Catiacal para cada variable se debe emplear la razón entre la carga contaminante de cada variable (W_{ijt}) y la oferta hídrica del cuerpo de agua (O), de un año promedio o un año seco. Esta se define mediante las siguientes ecuaciones, para un año medio y seco, respectivamente.

$$iacal_{itj \text{ año med}} = \frac{W_{itj \text{ año med}}}{O_{\text{año med}}}$$

$$iacal_{itj \text{ año sec}} = \frac{W_{itj \text{ año sec}}}{O_{\text{año sec}}}$$

Para cada variable se encuentra asociada a una categoría de clasificación como se muestra de la Tabla 16 a la Tabla 20.

Tabla 20. IACAL DBO

Rangos $l_{acal_{DBO-jt-\text{año med}}}$ $l_{acal_{DBO-jt-\text{año sec}}}$	Categoría de clasificación CatiacalDBO	Calificación de la presión
$l_{acal_{DBO}} < 0,14$	1	Baja
$0,14 \leq l_{acal_{DBO}} < 0,40$	2	Moderada

Rangos laca _{DBO-jt-año} med laca _{DBO-jt-año} sec	Categoría de clasificación Catiaca _{DBO}	Calificación de la presión
$0,40 \leq \text{laca}_{\text{DBO}} < 1,21$	3	Media-Alta
$1,21 \leq \text{laca}_{\text{DBO}} < 4,86$	4	Alta
$\text{laca}_{\text{DBO}} \geq 4,86$	5	Muy Alta

Fuente: Hoja Metodológica Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua IACAL. IDEAM, 2008.

Tabla 21. IACAL diferencia entre DBO y DQO

Rangos laca _{DQO-DBO-jt-año} med laca _{DQO-DBO-jt-año} sec	Categoría de clasificación Catiaca _{DQO-DBO}	Calificación de la presión
$\text{laca}_{\text{DQO-DBO}} < 0,14$	1	Baja
$0,14 \leq \text{laca}_{\text{DQO-DBO}} < 0,36$	2	Moderada
$0,36 \leq \text{laca}_{\text{DQO-DBO}} < 1,17$	3	Media-Alta
$1,17 \leq \text{laca}_{\text{DQO-DBO}} < 6,78$	4	Alta
$\text{laca}_{\text{DQO-DBO}} \geq 6,78$	5	Muy Alta

Fuente: Hoja Metodológica Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua IACAL. IDEAM. 2008.

Tabla 22. IACAL sólidos suspendidos totales.

Rangos laca _{DQO-SST-jt-año} med laca _{DQO-SST-jt-año} sec	Categoría de clasificación Catiaca _{SST}	Calificación de la presión
$\text{laca}_{\text{SST}} < 0,4$	1	Baja
$0,4 \leq \text{laca}_{\text{SST}} < 0,8$	2	Moderada
$0,8 \leq \text{laca}_{\text{SST}} < 1,9$	3	Media-Alta
$1,9 \leq \text{laca}_{\text{SST}} < 7,7$	4	Alta
$\text{laca}_{\text{SST}} \geq 7,7$	5	Muy Alta

Fuente: Hoja Metodológica Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua IACAL. IDEAM. 2008.

Tabla 23. IACAL nitrógeno total

Rangos laca _{DQO-NT-jt-año} med laca _{DQO-NT-jt-año} sec	Categoría de clasificación Catiaca _{NT}	Calificación de la presión
$laca_{NT} < 0,03$	1	Baja
$0,03 \leq laca_{NT} < 0,06$	2	Moderada
$0,06 \leq laca_{NT} < 1,14$	3	Media-Alta
$1,14 \leq laca_{NT} < 0,56$	4	Alta
$laca_{NT} \geq 0,56$	5	Muy Alta

Fuente: Hoja Metodológica Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua IACAL. IDEAM. 2008.

Tabla 24. IACAL fósforo total.

Rangos laca _{DQO-NT-jt-año} med laca _{DQO-NT-jt-año} sec	Categoría de clasificación Catiaca _{NT}	Calificación de la presión
$laca_{PT} < 0,005$	1	Baja
$0,005 \leq laca_{PT} < 0,014$	2	Moderada
$0,014 \leq laca_{PT} < 0,036$	3	Media-Alta
$0,036 \leq laca_{PT} < 0,135$	4	Alta
$laca_{PT} \geq 0,135$	5	Muy Alta

Fuente: Hoja Metodológica Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua IACAL. IDEAM. 2008.

- **Índices de contaminación (ICO)**

Los índices de contaminación ICO, se emplean para evaluar el grado de contaminación del agua con respecto a determinadas variables, estos índices tienen un rango de 0 a 1, donde 0 significa contaminación nula y 1 contaminación muy alta.

Tabla 25. Contaminación del agua según los valores de índices ICO.

Categorías de valores que puede tomar el indicador	Contaminación	Señal de alerta
0,8 - 1	Muy alta	Rojo
0,6 - 0,8	Alta	Naranja
0,4 - 0,6	Media	Amarillo
0,2 - 0,4	Baja	Verde
0 - 0,2	Ninguna	Azul

Fuente: Centro de investigaciones en hidroinformática, 2007

Las ecuaciones de cálculo de los índices ICO se exponen a continuación:

- Índice de contaminación por materia orgánica (ICOMO)

Conformado por la demanda bioquímica de oxígeno, coliformes totales y el porcentaje de saturación del oxígeno. Estos en su conjunto, recogen efectos de distintas fuentes de contaminación orgánica, sin estar los unos correlacionados con los otros. Las ecuaciones que se emplean para el cálculo del ICOMO se presentan en la Tabla 22.

Tabla 26. Ecuaciones para el cálculo del ICOMO

Variable	Descripción
Oxígeno disuelto (OD)	$I_{Oxígeno\%} = (1 - 0,01 * oxígeno\%)$
Coliformes totales	$I_{Coliformes} = -5,44 + (0,56 \text{ Log}(\text{coliformes totales}))$
Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO)	$I_{DBO} = -0,05 + (0,7 \text{ Log}(DBO))$

Fuente: Centro de investigaciones en hidroinformática, 2007

El ICOMO se calcula como el promedio de los índices de oxígeno disuelto, coliformes totales y DBO.

- Índice de contaminación por mineralización (ICOMI)

Integra los siguientes parámetros: conductividad como reflejo de los sólidos disueltos, dureza para recoger los cationes de calcio y magnesio y la alcalinidad por relacionarse con los aniones de carbonatos y bicarbonatos.

Tabla 27. Ecuaciones para el cálculo del ICOMI.

Variable	Ecuaciones de cálculo
Conductividad	$I_{\text{Conductividad}} = 10^{-3,26+(1,34 \text{ Log}_{10}(\text{conductividad}))}$ <ul style="list-style-type: none"> • Si $\text{conductividad} \geq 270$, entonces $I_{\text{conductividad}} = 1$
Alcalinidad	$I_{\text{Alcalinidad}} = -0,25 + 0,005(\text{Alcalinidad})$ <ul style="list-style-type: none"> • Si $\text{Alcalinidad} \leq 50$, entonces $I_{\text{Alcalinidad}} = 0$ • Si $\text{Alcalinidad} \geq 250$, entonces $I_{\text{Alcalinidad}} = 1$
Dureza total	$I_{\text{Dureza}} = 10^{-9,09+(4,4 \text{ Log}_{10}(\text{Dureza}))}$ <ul style="list-style-type: none"> • Si $\text{Dureza} \leq 30$, entonces $I_{\text{Dureza}} = 0$ • Si $\text{Dureza} \geq 100$, entonces $I_{\text{Dureza}} = 1$

Fuente: Centro de investigaciones en hidroinformática, 2007

El ICOMI se calcula como el promedio de los índices de conductividad, alcalinidad y dureza total

- Índice de contaminación por sólidos suspendidos totales (ICOSUS)

Hace referencia a la contaminación de sólidos suspendidos totales como compuestos inorgánicos.

Tabla 28. Ecuaciones para el cálculo del ICOSUS

Variable	Ecuaciones de cálculo
Sólidos suspendidos totales	$I_{\text{SST}} = -0,02 + (0,0003 \text{ SST})$ <ul style="list-style-type: none"> • Si $\text{SST} \leq 10$, entonces $I_{\text{SST}} = 0$ • Si $\text{SST} \geq 340$, entonces $I_{\text{SST}} = 1$

Fuente: Centro de investigaciones en hidroinformática, 2007

- Índice de contaminación por pH (ICOpH)

Estima el nivel de contaminación teniendo en cuenta el valor del pH.

Tabla 29. Ecuaciones para el cálculo del ICOpH

Variable	Ecuaciones de cálculo
pH	$I_{\text{pH}} = \frac{e^{-31,08+3,45 \text{ pH}}}{1 - e^{-31,08+3,45 \text{ pH}}}$

Fuente: Centro de investigaciones en hidroinformática, 2007

- índice de contaminación por trofia (ICOTRO)

Hace referencia al estado trófico de un cuerpo de agua, dependiendo de la concentración de fósforo total presente en este. La clasificación se expone en la Tabla 26.

Tabla 30. Clasificación de índice ICOTRO

Concentración de fósforo total (mg/l)	Contaminación	Señal de alerta
> 1	Hipereutrófia	Rojo
0,02 - 1	Eutrófia	Amarillo
0,01 - 0,02	Mesotrófia	Verde
0 - 0,01	Oligotrófia	Azul

Fuente: Centro de investigaciones en hidroinformática, 2007

2.6.1.2.5. Hidrología

Previo a los análisis relacionados en la ET05, como parte del trabajo de campo asociado a este componente, se realizó un recorrido por la zona del proyecto para identificación de las condiciones del sitio e identificación de sistemas lenticos y loticos.

Para la caracterización hidrológica en el marco del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto se realizó la clasificación hidrográfica de las cuencas asociadas a los drenajes identificados a partir de la información establecida en el mapa de zonificación ambiental de Colombia desarrollado por el IDEAM (2010) y plasmada en el Decreto 1640 del 2 de agosto de 2012 del MADS, también se realizó la zonificación y codificación de las unidades hidrográficas e hidrogeológicas.

Una vez determinadas las cuencas en la zona del proyecto, se realizó la caracterización de las mismas definiendo las principales características morfométricas de estas y de las unidad de análisis hidrográfico asociadas a los puntos de interés identificados, así como el nivel de unidad hidrográfica de análisis. Adicionalmente se identificó el tipo y distribución de las redes de drenaje, identificando la dinámica fluvial de las fuentes que son afectadas por el proyecto. La caracterización hidrológica se realizó a partir de la información disponible del IGAC en escala 1:25.000, la información cartográfica base del proyecto, la identificación de las cuencas en el área de estudio y los correspondientes análisis hidrológicos, como complemento, se realizó la descripción y localización de la red hidrográfica identificada en la zona del proyecto que para este caso esta conformada por el Canal Salitre, el blazo de humedal Juan Amarillo y el Canal Cafam. Para los sistemas lóticos se identificaron los patrones de drenaje y flujo, para este caso se tienen identificados el humedal Juan Amarillo, el lago del club Los Lagartos y el humedal La Conejera.

Se realizó el análisis temporal y espacial de las variables climáticas referidas a la precipitación media anual y mensual, temperatura media, máxima y mínima mensual y anual y otras estimadas a partir de estas variables como la evapotranspiración potencial y real anual y mensual. Para ello inicialmente se realizaron análisis estadísticos a la información de caudales, precipitación y temperatura como son: pruebas de consistencia, homogeneidad, llenado de datos, extensión y actualidad y estadística básica.

En cuanto a los caudales medios, mínimos y máximos en las cuencas identificadas, estos se estimaron aplicando metodologías directas e indirectas. Para los caudales máximos, las metodologías directas corresponden a ajustes estadísticos de registros de caudales máximos en estaciones hidrométricas cercanas al sitios de interés, mientras que, las metodologías indirectas fueron modelos lluvia-escurrentía basados en las características morfométricas e hidrológicas de las cuencas en estudio. Con los análisis mencionados se determinó el caudal mínimo, la oferta hídrica, y se realizó el balance hídrico del proyecto.

Se hace la aclaración que no se va a intervenir ninguna fuente o cuerpo de agua, debido a que la Línea 2 Metro de Bogotá - L2MB es subterránea. En otras palabras, no se generarán conflictos potenciales sobre la disponibilidad y usos del agua, al no tener área de influencia.

Con relación a los análisis de susceptibilidad, para este caso se analizó la susceptibilidad por inundaciones y por avenidas torrenciales, para ello se utilizó la información disponible en el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá y en el POMCA del río Bogotá.

2.6.1.2.6. Hidrogeología

Dentro de la caracterización hidrogeológica del área de influencia del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, se identificaron las unidades de roca y suelo con base en sus características estratigráficas, texturales y composicionales, incluyendo además porosidad (primaria o secundaria por fracturamiento o por disolución) y estado dentro del perfil de meteorización. Además, se identifica el espesor de la unidad, relaciones estratigráficas, cambios litológicos o variación litofacial, geometría de los horizontes y relación con estructuras geológicas como fallas (zonas de fracturamiento intenso), pliegues y discordancias. Los datos de instrumentación con mediciones directas a lo largo del trazado como permeabilidad y conducción hidráulica complementan la definición de las unidades hidrogeológicas en la caracterización hidráulica del modelo conceptual.

A partir de los conceptos de unidades hidrogeológicas con base en la capacidad específica identificadas para la L2MB se se contrastó la información con la contenida en el Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia - Mapa de Unidades Hidrogeológicas (INGEOMINAS, 2000), el cual constituye una de las fuentes de referencia para los parámetros hidráulicos asignados a cada unidad acuífera o de interés hidrogeológico.

Las unidades hidrogeológicas cartografiadas corresponden a los polígonos del mapa geológico agrupados en algunos casos teniendo en cuenta parámetros compartidos a pesar de las diferencias texturales especialmente en las unidades cuaternarias.

Los valores de permeabilidad utilizados como referencia para la caracterización de la permeabilidad en los niveles litológicos diferenciados en profundidad a lo largo del trazado de la L2MB, se basaron en la clasificación de algunos materiales sedimentarios según su permeabilidad elaborado por Custodio y Llamas, 1983.

Las posibilidades de acuífero se clasificaron de acuerdo al valor de permeabilidad (K) en m/día presentado por Villanueva e Iglesias, 1984

Los valores de permeabilidad y niveles freáticos evaluados corresponden a aquellos obtenidos durante las fases de exploración actual asociados con los piezómetros instalados (54) y los obtenidos de los ensayos de piezoconos (118) a lo largo del corredor de la Línea 2 Metro de Bogotá - L2MB, complementariamente se incluye la información suministrada por la SDA y que involucra puntos de agua monitoreados como pozos (11), aljibes (5) localizados en cercanías al área de influencia del proyecto, adicional se monitoreo la calidad de agua subterránea en 51 piezómetros instalados durante los días 02, 03, 04, 06, 07, 08, 09, 10, 13, 14 y 15 de junio del 2022 .

La interpretación de estos aspectos conlleva a la elaboración del mapa hidrogeológico que destaca la distribución superficial y en profundidad de las unidades hidrogeológicas a lo largo de la zona del proyecto L2MB. La información obtenida es el insumo final para la definición del Modelo Hidrogeológico Conceptual (MHC)

2.6.1.2.6.1. Modelo Hidrogeológico Conceptual - MHC

La metodología utilizada para la elaboración del MHC involucra cuatro componentes que corresponden a aspectos teóricos fundamentales asociados al estudio de las aguas subterráneas. El primer componente es el modelo geológico, para caracterizar la geología de superficie y subsuperficie y definir el contacto roca – suelo - depósitos y la influencia tectónica reflejada en fracturamiento, plegamiento y fallas.. El segundo componente es el Modelo Hidrológico, el cual se centra en los procesos hidrológicos superficiales, como las precipitaciones, escurrimientos y la evaporación, con la finalidad de estimar la recarga del sistema acuífero (infiltración) por precipitación producto de estos fenómenos. El tercer componente se centra en el modelo hidráulico, el cual está orientado a determinar los rangos y distribución espacial de los parámetros hidráulicos reflejo de las unidades hidrogeológicas, hidráulica de pozos, así como la red de flujo. El cuarto componente es el Modelo Hidrogeoquímico el cual utiliza los análisis de fisicoquímicos e isotópicos de las aguas para comprender con mayor certeza la dinámica de los fluidos y su interacción.

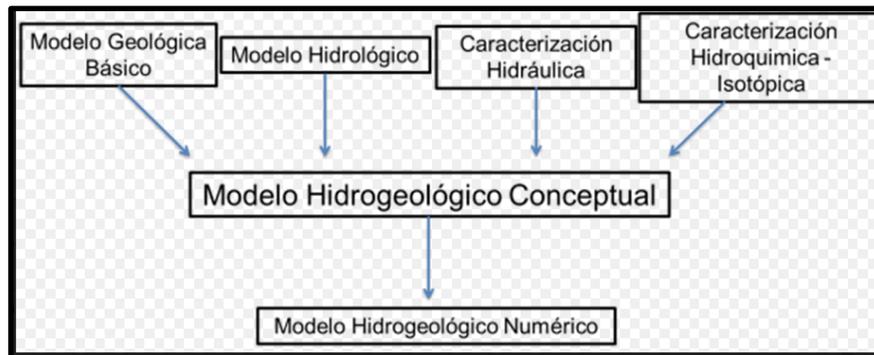


Figura 7. Esquema metodológico MHC
Fuente: UT MOVIUS, 2022

- Modelo geológico

Las descripciones estratigráficas y estructurales que se presentan a nivel regional y del área de influencia del componente Geosférico, relaciona el análisis de la información secundaria del Servicio Geológico Colombiano (SGC) que involucra las siguientes planchas y memorias explicativas:

- Atlas geológico colombiano. SGC. Escala 1: 500 000. Plancha 5-09. Compilado por Jorge Gomez Tapias, Nhora Montes Ramírez. 2020.
- Memoria explicativa de la geología de la plancha 246 Fusagasugá. INGEOMINAS. Informe interno 2374b. 93 p. Santafé de Bogotá. 1998.
- Memoria explicativa de la Geología de la plancha 227 La Mesa. INGEOMINAS. 79 p. Santafé de Bogotá. 2001.
- Memoria explicativa de la plancha 227 La Mesa. SGC. Santafé de Bogotá. 2018.
- Estratigrafía de la Sabana de Bogotá y alrededores. Instituto Geológico Nacional. Bol. Geol., 2:93-112. Bogotá. 1957.
- Informe Geología de la Sabana de Bogotá. Servicio Geológico Colombiano, 2005.
- Estratigrafía palinológica de la Sabana de Bogotá, Cordillera Oriental de Colombia. INGEOMINAS, Bol. Geol., 5(2):189-203. 1953.

- Mapa Geológico de la Sabana de Bogotá a escala 1:50000. Proyecto Microzonificación Sísmica de Santa Fe de Bogotá. Convenio 01-93. INGEOMINAS, UPES-Unidad para la prevención de emergencias del Distrito y DNPAD - Dirección Nacional para la prevención y atención de desastres. INGEOMINAS, 1997.
- Geología de la Sabana de Bogotá. Subdirección de Ingeniería Básica. INGEOMINAS. 2005.
- Montes, N., y Sandoval, A. Base de datos de fallas activas de Colombia compilación bibliográfica. Ingeominas, Bogotá. 2001.

En la etapa de recopilación y análisis de información existente, se sustenta con base en la consulta, revisión y procesamiento de información secundaria existente en el área de influencia del proyecto como fuentes de información principal los estudios regionales elaborados por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) en el 2001 y el 2015, el estudio de microzonificación sísmica de Bogotá actualizado en el 2010, la actualización del POMCA del río de Bogotá en el 2017, y estudios particulares y de detalle a nivel de los estudios de diseño de ingeniería de Factibilidad Técnica.

El modelo geológico relaciona los resultados de los estudios de detalle que incluye la interpretación de la información litológica registrada en estudios anteriores y complementada con la información geológica registrada en la etapa actual mediante exploraciones de campo tanto superficiales así como la información litológica en profundidad que se obtiene a partir del registro de las exploraciones ejecutadas a lo largo del corredor de la L2MB, e incluyeron 149 sondeos con recuperación de núcleos y alcanzaron profundidades que oscilan entre 21 m y 200 m.

Con el propósito de precisar la cartografía geológica de superficie y del subsuelo del Área de Influencia, se recopilieron los resultados de las campañas exploratorias ejecutadas al 2021, los resultados de los estudios y diseños a nivel de detalle (Fase III) del proyecto y una campaña de campo en el marco del estudio ambiental por parte de un profesional en geología, a lo largo de todo el trazado, para el reconocimiento del terreno en esta zona, la verificación de las unidades litológicas y condición del terreno, procesos morfodinámicos sobre la huella de intervención y características geomorfológicas del área de influencia.

La información obtenida permite diferenciar la secuencia geológica superficialmente a lo largo del alineamiento del túnel. Desde el K0+000 en inmediaciones de la Estación 1 hasta el K0+100, atraviesa niveles matriz soportados y clasto soportados del Complejo de Conos (Qcc), cuya matriz tiene un alto porcentaje de arcillas. Entre el K0+100 y K8+830 en la Estación 7; entre el K9+770; K11+000; entre el K11+060 y K14+530 está conformado por una secuencia continua de niveles arcillosos con intercalaciones de poco espesor de arenas finas arcillosas, limos arcillosos y lentes ricos de materia orgánica contenidos dentro de las arcillas de origen lacustre de la Formación Sabana (Qta). Entre el K8+830 y K9+770; K11+000 y K11+060; K14+530 y K15+530 atraviesa arenas finas con matriz limo arcillosa de la llanura de inundación (Qlla)

En profundidad y siguiendo una sección longitudinal con base en los niveles registrados en las perforaciones se caracterizan :

- Entre el K0+000 y K0+500 se presentan sedimentos del complejo de conos (Qcc). Bajo esta unidad se diferencia el nivel de rocas de la formación Bogotá (Tpb).
- Entre el K0+500 y el K14+480 la secuencia de sedimentos corresponden a niveles arcillosos con intercalaciones de poco espesor de arenas finas arcillosas, limos arcillosos y lentes ricos de materia orgánica contenidos dentro de las arcillas de origen lacustre Formación Sabana (Qta).
- Entre el K14+480 y K15+530 la secuencia de sedimentos a nivel más superficial corresponde al Depósito de Llanura de Inundación (Qlla) que reposa sobre los niveles arcillosos con intercalaciones de poco espesor de arenas finas arcillosas, limos arcillosos y lentes ricos de materia orgánica contenidos dentro de las arcillas de origen lacustre Formación Sabana (Qta).
- En conclusión, las secuencias encontradas indican que dentro del área de influencia de la L2MB de 15.80 km de longitud están involucradas las formaciones Cacho (Tpc), Guaduas (Ktg), Bogotá (Tpb) y depósitos cuaternarios denominados Complejo de conos (Qcc), Terraza Alta o Formación Sabana (Qta), Llanura de inundación (Qlla), Coluviales (Qdp) categorizadas como unidades de muy baja productividad teniendo en cuenta sus características texturales y composicionales. Las formaciones Cacho (Tpc), Guaduas (Ktg), Bogotá (Tpb)

presentan abundantes niveles arcillosos que como afloran en el sector, permiten clasificarlas en forma general como unidad de baja productividad aclarando que su relación con la posición del túnel es nula.

De acuerdo con lo anterior y la exploración geológico-geotécnica ejecutada en el marco de los estudios de ingeniería, se analizó y estructuró la información técnica del proyecto y se ajusta la base cartográfica a nivel de la geología de superficie y del subsuelo para los sitios de obras proyectadas.

Se adoptó información sobre la planimetría y topografía de detalle para obtener el Modelo Elevación Digital - DEM del área de influencia y las secciones de análisis transversales (9) y la sección longitudinal a lo largo de todo el trazado, sobre las cuales se plasma la información relacionada con las variaciones verticales y laterales de las unidades aflorantes en el área de influencia a nivel de superficie y a nivel vertical hasta el cubrimiento espacial del alineamiento de las obras subterráneas (estaciones, pozos y el túnel), correlacionando los resultados de las investigaciones geotécnicas.

Se generaron secciones geológicas transversales a lo largo de las obras proyectadas que incluyen las estructuras subterráneas y elevadas (viaducto y patio taller), los ejes corresponden a perfiles que cubren la implantación proyectada a nivel vertical, de manera que ilustran las variaciones litológicas verticales y laterales de la cimentación profunda y más representativas en cada sitio.

Los soportes a nivel de la cartografía de la temática, se incluyen en Anexo 5.2 -1.1 a Anexo 5.2 -1.4.

- Balance Hídrico Superficial - BHS

El balance hídrico se realiza con el fin de establecer si existe o no déficit del recurso hídrico en las cuencas localizadas dentro de una determinada zona de estudio. Para este caso particular este es un insumo mediante el cual se proyecta calcular la infiltración potencial hacia el acuífero en la zona proyecto. En el balance hídrico se busca determinar cuales son las entradas y las salidas de la cuenca como se indica mediante la Ecuación 4.

$$Entradas - Salidas = \frac{dV}{dt} \quad \text{Ecuación 4. Balance hídrico general}$$

En donde la entrada corresponde a la precipitación total media (P), teniendo en cuenta que se trata de una cuenca cerrada. En cuanto a las salidas, estas corresponden a la evapotranspiración (ET), el caudal de salida (Qs) o escorrentía y la percolación (Gs), en donde la suma de esas entradas y salidas tendrá que ser igual al cambio del almacenamiento de agua en el suelo para un determinado periodo de tiempo $\left(\frac{dS}{dt}\right)$, este balance se expresa mediante la Ecuación 5 y se presenta de forma gráfica mediante la Figura 6.

$$(P) - (ET + Q_s + G_s) = \frac{dS}{dt} \quad \text{Ecuación 5. Balance hídrico del proyecto}$$

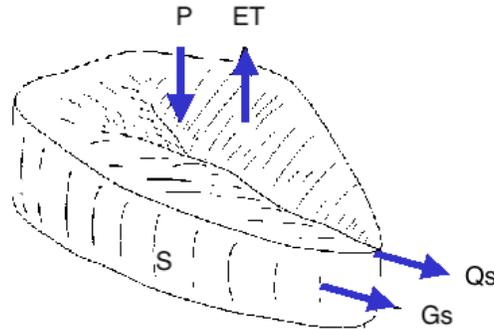


Figura 8. Balance hídrico del proyecto.
Fuente: Adaptada de S.L.Dingman. *Physical Hydrology*. (1994).

Para el balance hídrico de las cuencas en el proyecto se utilizó el método de Thornthwaite y Matter (1955), este método supone que el agua llega al suelo proviene de la precipitación, escorrentía o aportes subterráneos y que las pérdidas hacia la atmósfera son ocasionadas por la evaporación y por la transpiración desde la vegetación existente en condiciones medias climáticas⁵. Para este caso se utilizó como salidas la evapotranspiración potencial (ETP) y el caudal de salida (Qs), dejando el balance como se indica mediante la Ecuación 6:

$$(P) - (ETP + Q_s) = \frac{dS}{dt} \quad \text{Ecuación 6. Método adaptado de Thornthwaite y Matter}$$

A partir de la Ecuación 6 se definió el almacenamiento $\left(\frac{dS}{dt}\right)$ para posteriormente determinar el valor de la percolación (Gs) generada por el suelo una vez este se encuentre saturado.

- Inventario de puntos de Agua Subterránea

Durante esta fase se revisaron las principales características hidrogeológicas asociadas a las unidades geológicas presente en el área de influencia del proyecto, los cuales incluyen los trabajos realizados por el Servicio Geológico de Colombia (antes INGEOMINAS), el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCA) Río Bogotá desarrollado por la CAR y la información de captaciones de agua subterránea de la Secretaría distrital de ambiente de Bogotá (SDA).

Se relaciona los documentos de referencia asociados al componente y constituye la información de referencia de las entidades relacionadas, que hace parte de la documentación básica para la caracterización hidrogeológica del proyecto, particularmente lo relacionado a los puntos de captación y monitoreo de aguas subterráneas en el área de influencia del proyecto:

- Corporación Autónoma Regional - CAR, 2006. Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Bogotá.
- Corporación Autónoma Regional - CAR, 2008. Plan de Manejo Aguas Subterráneas de la Sabana de Bogotá y Zona Crítica.
- INGEOMINAS, 2002. Proyecto de Cooperación Técnica Internacional OIEA – INGEOMINAS. Modelo Hidrogeológico Conceptual de la Sabana de Bogotá.
- SDA, 2013. OPS 723 DE 2012. Sistema de Modelamiento Hidrogeológico del Distrito Capital Bogotá.

⁵ Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Balance hídrico y sus aplicaciones. (2021).

- SDA, 2018. Convenio de asociación No SDA-CV 20161264. Modelo Hidrogeológico Conceptual, Acuífero Subsuperficial en el Perímetro Urbano Distrito Capital.
- SDA, 2022. Subdirección del Recurso Hídrico y Suelo Grupo de Aguas Subterráneas. Puntos de agua subterránea inventariados en la jurisdicción de la secretaría. Respuesta al Radicado 2022EE83916 con fecha de 13-04-2022.

Dentro de la toma de información primaria del estudio, se incorpora el inventario de los puntos de agua (pozos, aljibes y piezómetros), haciendo un especial énfasis en aquellos localizados dentro del área de influencia, puntos de captación para el abastecimiento público y/o de monitoreo por parte de la SDA.

El inventario de captaciones de aguas subterráneas, se lleva a cabo con el objeto de recolectar, ordenar, almacenar y actualizar la información básica de estas captaciones, permitiendo la identificación de las diferentes Unidades Geológicas asociadas a ellas y correlacionar esta información en el MHC.

Para cada punto de agua subterránea se diligenció el Formulario Único Nacional de Inventario de Puntos de Agua Subterránea (FUNIAS), en donde se tomó información según su disponibilidad en campo para la captura de la misma, e información asociada a la localización georreferenciada del punto.

El anexo de soporte se consigna en el Anexo 5.2 - 8.3 y se ilustra en el Plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0028_V01, L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0029_V01, y L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0030_V01.

- Hidroquímica de las Aguas Subterráneas

Los resultados de los análisis químicos de las muestras de agua se analizaron mediante diagramas de Piper, Stiff Schoeller - Berkloff y Stabler. Los diagramas hidroquímicos son representaciones gráficas de los resultados de los análisis químicos que permiten definir las principales características del agua, facilitando su clasificación y análisis, así como la interpretación conjunta de un gran número de muestras (Castany, 1975; Custodio, 1996). Como soporte lógico para la caracterización de las aguas utilizó el software Diagrammes, versión 6.61 (Roland SIMLER Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon, 2020).

- Diagramas de Stiff: permite visualizar instantáneamente los Iones (aniones y cationes) principales de las muestras. Se basa en la localización de ejes horizontales y equidistantes. En cada eje se ubica un catión en la parte derecha mientras que el anión se localiza en la izquierda. Además, cuenta con segmentos ubicados de forma perpendicular a los ejes cuya longitud es proporcional a la concentración. Las concentraciones en cada eje se conectan mediante líneas continuas, generando polígonos con formas características dependiendo del tipo de agua
- Diagrama de Piper: realiza una representación de los iones (aniones y cationes) mediante un diagrama triangular evidenciando la proporción de tres componentes en la composición de una muestra, siendo la suma de los tres componentes la representación del 100% de la composición de la muestra. El diagrama utiliza un triángulo para los cationes principales (Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺⁺K⁺) y otro para los aniones (Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻). La localización de la muestra en el interior del triángulo indica el porcentaje de cada ion respecto del total de los tres. Adicionalmente, se presenta un rombo central al cual son proyectados los iones y cationes; el punto de intersección indica la familia hidroquímica que representa la muestra. Teniendo en cuenta lo anterior, la utilidad del diagrama de Piper se da en la representación gráfica de iones mayores y con la agrupación de familias hidroquímicas.

- Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación

La evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación tiene por objeto establecer el grado de defensa natural del acuífero, ante la alteración potencial de la calidad del agua subterránea, basándose en la determinación de las propiedades físicas del medio no saturado, que lo convierten en una herramienta de protección del recurso.

La vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación establece la facilidad con la cual ingresan las sustancias que puedan degradar la calidad del agua subterránea, mediante infiltración a través del suelo y de la zona no saturada. Foster (1987), sugiere que la definición más confiable de la vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos es “la medida del grado de inaccesibilidad de los contaminantes a través de la zona no saturada de un acuífero y el grado de atenuación a la contaminación que posean los estratos de esta zona, como resultado de retención y/o reacción físico – química”. La base metodológica adoptada para efectos de evaluar la vulnerabilidad de los acuíferos identificados en el área de influencia del proyecto, se ilustra en la 9.

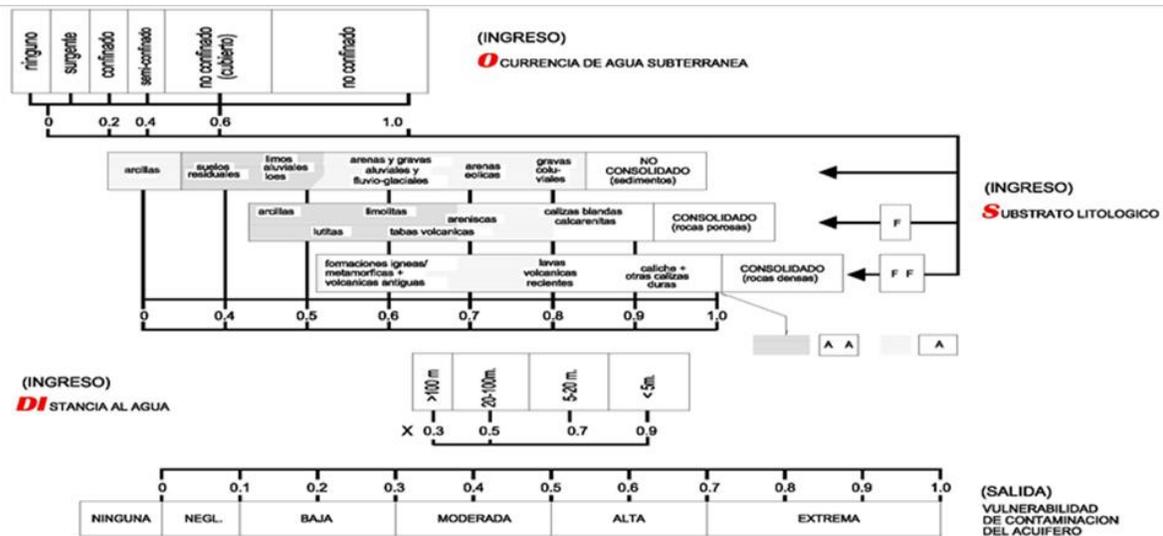


Figura 9. Metodología GOD Para Evaluar el Índice de Vulnerabilidad de Contaminación de los Acuíferos

Fuente: Adaptado y modificado en ANLA, 2010

Esta metodología comprende tres parámetros: G, O y D, Ecuación 7; cuyos valores son asignados de acuerdo con la contribución en la defensa a la contaminación, los cuales son:

G: Corresponde al grado de confinamiento hidráulico con la identificación del tipo de acuífero, su índice puede variar entre 0 y 1. El modo de ocurrencia varía entre la ausencia de acuíferos (evaluado con índice 0) y la presencia de un acuífero libre o freático (evaluado como índice 1), pasando por acuíferos artesianos, confinados y semiconfinados. Para el caso de este proyecto aplica la clasificación de acuíferos libres y semiconfinados.

O: Corresponde a la caracterización de la zona no saturada del acuífero o de las capas confinantes. Los índices más bajos (0,4) corresponden a los materiales no consolidados, mientras que los más altos (0,9 – 1,0) corresponden a sedimentos granulares bien seleccionados y/o rocas compactas fracturadas o karstificadas.

D: Se refiere a la profundidad del nivel freático en acuíferos libres o a la profundidad del techo del acuífero, en los confinados. Los índices más bajos (0,6) corresponden a acuíferos libres con profundidad mayor a 50 m; mientras que los

índices altos (1,0) corresponden a acuíferos que independientemente de la profundidad se encuentran a menos de 10m. Para el caso de los acuíferos libres la profundidad del nivel estático está sujeta a la oscilación natural.

$$iV_{GOD} = G \times O \times D \quad \text{Ecuación 7. Evaluación GOD}$$

Las variables temáticas involucradas en la evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos a una escala local se ilustran en la 10, adoptadas en la evaluación del presente estudio, corresponden a:

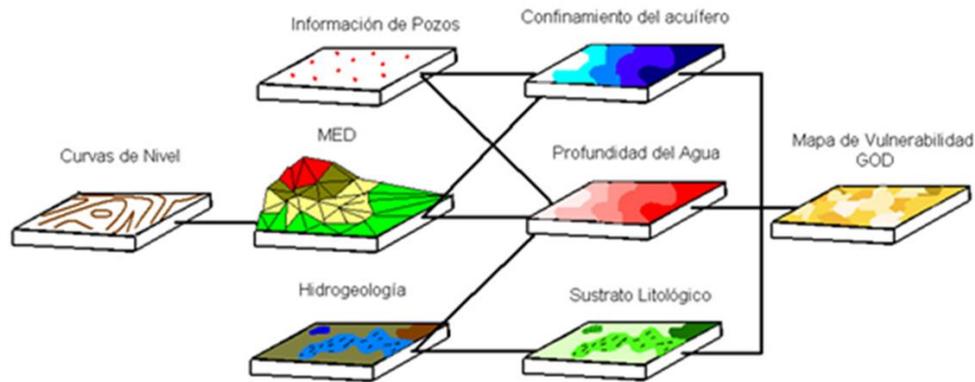


Figura 10. Variables temáticas involucradas en el geoprocesamiento metodológico GOD
Fuente: Adaptado y modificado en ANLA, 2010

Los soportes a nivel de la cartografía de la temática, se incluyen en Anexo 5.2 - 8.1 a Anexo 5.2 - 8.7. Plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0028_V01 y L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0034_V01.

2.6.1.2.6.2. Modelo hidrogeológico numérico - MHN

El desarrollo del modelo hidrogeológico numérico (MHN) se fundamenta sobre la información de campo levantada para la caracterización geológica del sistema, los análisis hidrológicos desarrollados que permiten establecer los procesos de recarga sobre el área del interés particular, la definición de parámetros hidráulicos de las unidades presentes en el área de estudio y el análisis desarrollado de información hidrogeoquímica, aspectos que constituyen parte esencial del desarrollo del modelo hidrogeológico conceptual (MHC).

La metodología de implementación de la modelación sigue los Términos de Referencia Específicos de este Estudio de Impacto Ambiental y utiliza también, como referencia, los lineamientos definidos por la AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES en los TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y/O TÚNELES, en donde se especifican los componentes mínimos asociados al desarrollo de las modelaciones hidrológicas conceptuales y numéricas; precisando que estas deben permitir la identificación de los cambios que se ocasionarán eventualmente por el desarrollo del proyecto en los niveles freáticos (abatimientos) de las unidades hidrogeológicas identificadas, al igual que los cambios potenciales en la dinámica de intercambio entre los cuerpos de agua superficial y las unidades geológicas presentes en el área de influencia del proyecto.

2.6.1.2.7. Usos y usuarios del agua

Para la caracterización de usos y usuarios se realiza la recopilación de información primaria y secundaria: se tienen en cuenta los usos definidos por el POMCA de la cuenca del río Bogotá (2017), las metas y objetivos de calidad definidos por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) en el acuerdo número 43 del 2006, los usuarios legalmente constituidos de acuerdo con las bases de datos de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá y recorridos en campo para la recolección de información primaria.

Se realiza un análisis de los posibles conflictos actuales sobre la disponibilidad y usos del agua, teniendo en cuenta el análisis de frecuencias de caudales mínimos para diferentes períodos de retorno, haciendo especial énfasis en los períodos de estío, así como los índices de uso del agua, regulación y vulnerabilidad hídrica.

2.6.1.2.8. Geotecnia

- Zonificación Geotécnica

Se definieron cuatro zonas homogéneas a lo largo del trazado de la Línea 2 Metro de Bogotá con base en la interpretación geológica de las perforaciones donde se logran identificar tres tipos de depósitos: Qcc (depósito de pendiente), Qta (terrazza alta) y Qlla (llanura de inundación). La distribución espacial de estos depósitos permite la identificación de al menos cuatro zonas homogéneas, siendo el depósito Qta el de mayor extensión a lo largo de la línea del metro.

Como complemento a la identificación geológica se realizó un análisis de la información obtenida con los ensayos de laboratorio para las fases 1 y 2, donde se pudo establecer un cambio en el depósito Qta que coincide con el contacto entre las zonas 3 y 4 que se presentan en el mapa de microzonificación sísmica de Bogotá (INGEOMINAS, UNIANDES, 1997). El cambio de las propiedades del suelo es evidente principalmente en el contenido de humedad de la arcilla (Qta-arc1).

Por cada zona homogénea se realizó la asignación del suelo considerando su clasificación entre suelo granular y suelo cohesivo, esto con la intención de identificar diferentes comportamientos del suelo asociados a su gradación. Para la asignación de los suelos se realizó una descripción geológica de las perforaciones y se contrastó con los resultados de laboratorio. Para la asignación del tipo de suelo también se consideró como relevante el contenido de materia orgánica.

Esta zonificación y su caracterización está orientada principalmente a evaluar las condiciones geotécnicas a lo largo del trazado del túnel, los cuales más adelante y de forma particular se precisan por cada una de las obras diseñadas.

Se relacionan a continuación las guías, estándares y normas de diseño para el componente geotécnico:

- Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10. Año 2010, Decreto N° 926 de 2010. Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes.
- Normas Técnicas Colombianas – NTC
- NFPA 130 _Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems
- Standard Specifications for Tunneling- 2016: Shield Tunnels
- Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP14
- Deep excavation and tunnelling in soft ground. G. Report. Int. Symp. on S.M. and F.E. Mexico. State of the Art Voluma: 225-258
- Mechanized Shield Tunnelling.2012. Maid. B., Herrenknecht, M., Maudl, U., Wehrmeyer, G.
- Recommendations and guidelines for tunnel boring machines (TBMs). Working group n° 14 - Mechanized tunneling – International Tunnelling Association (ITA).
- Guidelines for the Design of Segmental Tunnel Linings. ITA Working Group 2- Research.
- Settlements induced by tunneling in soft ground. ITA/AITES Report 2006.
- Building response to excavation-induced settlement. By Marco D. Boscardin and Edward J. Cording. Members, ASCE.

- Hejazi, Yousef & Dias, Daniel & Kastner, Richard. (2008). Impact of constitutive models on the numerical analysis of underground constructions. Acta Geotechnica. 3. 251-258. 10.1007/s11440-008-0056-1.
- Boscardin, M.N & Cording, J. 1989. Building Response to Excavation - Induced Settlement. Journal of Geotechnical Engineering. Vol 115. No. 1.
- Cording, E. a. (s.f.). Displacements Around Soft Ground Tunnels. 5th Pan American Conf. Soil Mechanics and Foundation Engineering (pág. 571). Buenos Aires:
- Jones, Benoît. 2022. Soft Ground Tunnel Design. CRC Press.

2.6.1.2.9. *Atmósfera*

2.6.1.2.9.1. *Meteorología*

Para la caracterización meteorológica el análisis de las variables climáticas se realizó acorde con los términos de referencia para proyectos férreos, la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales desarrollados por la ANLA (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales) y el documento ET05 – Estudio de impacto ambiental y social (EIAS). Las temáticas abordadas se presentan a continuación:

- Análisis de la calidad de los datos hidroclimáticos que incluya pruebas estadísticas paramétricas y/o no paramétricas sobre homogeneidad y consistencia.
- Localización del proyecto en aspectos relacionados con la identificación de zonas y subzonas hidrográficas.
- Caracterización temporal de variables como brillo solar, radiación solar, humedad relativa, presión atmosférica, nubosidad, velocidad y dirección del viento.
- Clasificación climática de la zona de estudio

Se realizó el análisis temporal de las variables climáticas referidas a la precipitación media anual y mensual, temperatura media, máxima y mínima mensual y anual y otras estimadas a partir de estas variables como la evapotranspiración potencial y real anual y mensual, adicionalmente, se realizó la caracterización de brillo solar, radiación solar, humedad relativa, velocidad y dirección del viento y nubosidad. Para ello inicialmente se realizaron análisis estadísticos a la información como son: pruebas de consistencia, homogeneidad, llenado de datos, extensión y actualidad y estadística básica.

Teniendo identificada la información disponible para cada estación, se definió un periodo común para cada parámetro climático (ver Tabla 27), en función de la disponibilidad de datos de cada estación. Posterior a esto se realizó la caracterización temporal de las variables indicadas.

Tabla 31. Periodo común de los parámetros climáticos a analizar

Parámetro	Periodo común
Brillo Solar	1987-2021
Evaporación	1991 - 2019
Humedad Relativa	2010-2021
Precipitación Total	1987 - 2021

Parámetro	Periodo común
Precipitación número de días	1980 - 2019
Nubosidad	1998-2016
Temperatura media	1998-2019
Temperatura máxima	1998-2019
Temperatura mínima	1998-2019
Velocidad del viento	2010 - 2021
Radiación solar	2010 - 2021

Fuente: UT MOVIUS 2022

La clasificación climática de la zona de estudio se determinó a partir de la información disponible en el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), que cuenta con la clasificación climática Caldas-Lang para el territorio colombiano. Para establecer la clasificación climática de la zona de estudio, se utilizó la clasificación de Caldas-Lang, la cual determina 25 tipos de clima en función de la temperatura y pisos térmicos y del cociente entre la precipitación y la temperatura. Del análisis de esta información se pudo determinar que el trazado proyectado para la L2MB pasa por una sola zona climática cuya clasificación se establece como clima frío semihúmedo

2.6.1.2.9.2. Calidad del aire

Para conocer el estado de la calidad del aire del territorio en donde se desarrollará el proyecto, se consultó información secundaria oficial actualizada (generada durante los últimos dos años) de las redes de monitoreo localizadas dentro o cerca al área de influencia del proyecto. También se tendrán en cuenta 24 estaciones de monitoreo, para cada estación se analizaron en promedio 24 muestras efectivas por cada parámetro evaluado en el área de influencia del proyecto para conocer las concentraciones de los contaminantes criterio de manera puntual.

Durante las mediciones que se realizaron entre el 04 de mayo y 06 de Julio 2022 se analizaron los siguientes contaminantes:

- Material Particulado como PM₁₀
- Material Particulado como PM_{2.5}
- Dióxido de Nitrógeno (NO₂)
- Dióxido de Azufre (SO₂)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV)

El monitoreo se realizó con los siguientes parámetros bajo la siguiente metodología:

- PM₁₀

Para el monitoreo de las partículas y la calibración de los equipos de muestreo de alto volumen se siguieron las recomendaciones de las normas de la U.S. EPA contenidas en “Toma de muestras para la Determinación de Material Particulado como PM₁₀ en la Atmósfera. Método EPA e-CFR Título 40. Parte 50. Apéndice J: PM₁₀.” y “Norma Técnica Colombiana NTC 3704 del ICONTEC”.

- PM_{2.5}

El método de toma de muestras utilizado fue: Toma de muestra y análisis de laboratorio para la determinación material Particulado como PM_{2.5}: EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice L: PM_{2.5} Método de referencia manual RFPS-0498-116.

- NO₂

Para NO₂, se realizó una determinación directa en el aire de los niveles de gases mediante el método equivalente a EPA e-CFR- Título 40, Parte 50, Apéndice F: Método de Quimioluminiscencia de fase gaseosa. Al ser una determinación directa, la tecnología es automática.

- SO₂

Para SO₂, se realizó una determinación directa en el aire de los niveles de gases mediante el método equivalente a EPA e-CFR- Título 40, Parte 50, Apéndice A-1: Método de fluorescencia ultravioleta. Al ser una determinación directa, la tecnología es automática.

- CO

Para el monóxido de carbono (CO), se realizó una determinación directa en el aire de los niveles de gases mediante el método equivalente a EPA e-CFR- Título 40, Parte 50, Apéndice C: Fotometría Infrarroja no Dispersiva. Al ser una determinación directa, la tecnología es automática.

- O₃

La medición del gas ozono (O₃) se realiza mediante un equipo automático que mide la absorción de la radiación ultravioleta (UV) de las moléculas de ozono a una longitud de onda de 254 nm (EPA e-CFR- Título 40, Parte 50, Apéndice D: Método de Quimioluminiscencia). Al ser una determinación directa, la tecnología es automática.

- HCTs y COV

La determinación tanto de Compuestos Orgánicos Volátiles como de Hidrocarburos Totales se realizó teniendo en cuenta lo establecido en el Método TO-17; el principio de operación está basado en la retención de las moléculas de estos compuestos en una superficie adsorbente (carbón activado) que está dispuesto dentro de un tubo de vidrio, para luego desorber estas moléculas y así poder cuantificarlas mediante cromatografía de gases. El flujo de aire se regula entre 60,0 l/min y 73,4 l/min por medio de una bomba de vacío. El tiempo de muestreo es de 1 hora, al término de la cual, se recoge la muestra y se guarda en un espacio hermético y oscuro, para al final ser transportada por el laboratorio para su posterior análisis.

- Partículas suspendidas totales (PST)

El parámetro de Partículas suspendidas totales (PST) no se monitorea dado que de acuerdo con la Resolución 2254 de 2017 ya no se considera un criterio contaminante.

De igual manera, se realizaron mediciones de variables meteorológicas tales como dirección y velocidad del viento, presión barométrica, temperatura, precipitación, humedad relativa durante el periodo anteriormente mencionado.

Para conocer el estado actual de la calidad del aire en el área de influencia del proyecto se instaló una red de monitoreo de calidad de aire tipo indicativo, durante un periodo de 24 días por receptor entre el 04 de mayo y el 06 de julio de 2022, asociado a época seca.

Una vez realizado el monitoreo, se realizaron simulaciones computacionales por medio de un modelo de dispersión de contaminantes en la atmósfera bajo diferentes escenarios:

- Primer escenario: Línea base sin proyecto
- Segundo escenario: Etapa de Construcción
- Tercer escenario: Proyecto en operación. (Este escenario no se simuló por cuanto el proyecto en su etapa de operación no genera emisiones atmosféricas)
-

Se realizaron simulaciones computacionales para determinar la dispersión de los contaminantes atmosféricos en el área de influencia del trazado del proyecto usando el software AERMOD View, el cual presenta las herramientas y la funcionalidad requerida para modelar la calidad del aire de la L2MB siguiendo los estándares de la U.S EPA, la definición del modelo partió del análisis realizado ...en el capítulo 5, Línea Base, numeral 5.2.3.3.4.1, elección del software para el modelo de dispersión, limitaciones y grados de incertidumbre del modelo.

El modelo que más se ajusta a las necesidades y características del proyecto de Estructuración de la L2MB es el AERMOD View, dado que se considera un software integral, el cual simula la dispersión de los contaminantes en el aire y su deposición en campos cercanos menores a 50 km de la fuente; realiza sus cálculos tomando en cuenta las características del terreno y la presencia de obstáculos (edificios) cercanos a la fuente de emisión que afecten la dispersión de la pluma; usa datos del clima de la capa superior atmosférica, acepta información del terreno en siete diferentes formatos, visualiza en tercera dimensión la información de entrada y los resultados, tiene facilidades para modelar varios parámetros simultáneamente en periodos establecidos, así mismo incorpora técnicas avanzadas de parametrización de la capa límite planetaria, dispersión convectiva, formulación de la elevación de la pluma e interacciones complejas con el terreno. Además, es el modelo más usado por la EPA de Estados Unidos y referenciado en los términos de referencia para la elaboración de EIAS por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

El proceso metodológico para el desarrollo del modelo consistió en los siguientes pasos:

- Definición de escenarios
- Identificación de las fuentes de emisión
- Cálculo de los factores de emisión a partir de las ecuaciones del Documento AP 42 de la EPA
- Cálculo de las emisiones generadas por cada tipo de fuente de acuerdo con la actividad a desarrollar
- Procesamiento de datos meteorológicos y del terreno
- Ingreso de datos al modelo
- Corrida (Modelación)
- Análisis de resultados y conclusiones

2.6.1.2.10. Paisaje

Para la caracterización del componente de paisaje se partió del área de influencia final de paisaje (AIPa) delimitada que sería impactada en cuanto al aspecto visual del paisaje. Para esta AIPa se realizó una descripción de los elementos que componen el paisaje en general en cuanto a las líneas física, biótica y de actuaciones humanas. Posteriormente, se realizó la modelación de los tres grandes factores evaluados en el paisaje: la calidad visual, la fragilidad visual y la belleza paisajística; a partir del mapa de cobertura de la AIPa, los drenajes, el modelo de elevación digital y la percepción de zonas atractivas comunicada por la comunidad. Por otro lado, se realizó un análisis de las respuestas a las encuestas de paisaje

realizadas a las personas de los barrios que se verán impactados por el proyecto, sobre aspectos como preferencias visuales en el paisaje y de la presencia de las estaciones del metro en su barrio. Finalmente se realizó una descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona, teniendo en cuenta el papel de la vegetación urbana frente al paisaje en el AIPa. El detalle de la metodología se encuentra en ... 5.2.1.3.2. Aspectos metodológicos de la caracterización del paisaje.

2.6.1.2.10.1. Calidad del ruido

Este apartado establece la metodología para determinar los niveles de presión sonora en el área de influencia del proyecto, para establecer la línea base del componente atmosférico. Se establece de conformidad con los parámetros y procedimientos por la normatividad vigente, Resolución 627 de 2006 “por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido ambiental” Es también de aplicación la Resolución 8321 de 1983 por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos; Decreto 948 de 1995, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire y el Decreto 2107 de 1995 por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948.

Teniendo en cuenta que la Resolución 627 de 2006 no hace alusión a temas de ruido ferroviario, el parágrafo 2 del artículo noveno establece:

“... Parágrafo Segundo: Las vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales, en general las vías, son objeto de medición de ruido ambiental, más no de emisión de ruido por fuentes móviles.”

En concordancia con lo anterior, los impactos que puedan generar la construcción, operación y mantenimiento de la L2MB, se deben asociar con los niveles de ruido ambiental. Definiendo los parámetros, las actividades previas al monitoreo se describen a continuación:

Se determina el procedimiento para la escogencia de la ubicación de los puntos y de los tiempos de medición para ruido ambiental. Para ello, se define claramente los objetivos del proyecto donde se realiza un estudio y evaluación rápida de la zona de estudio. Se establece una grilla o retícula sobre estas zonas o sectores del proyecto, para este caso se definen 30 Puntos de monitoreo a lo largo del trazado de la L2MB.

Con base a esto, se revisó la red de Calidad del aire de la Secretaría Distrital de Ambiente y el IDEAM y la ubicación de las estaciones del Metro e interconexión con Transmilenio.

Se realizaron monitoreos de ruido ambiental por el laboratorio Ambientiq Ingenieros S.A.S, acreditado ante el IDEAM, en 30 puntos en horarios diurnos y nocturnos en un día ordinario y un día dominical por punto. Además se analizaron las variables de dirección y velocidad del viento, precipitación, temperatura y presión barométrica durante las mediciones de ruido ambiental, estos monitoreos se realizaron de la siguiente manera desde el 17 hasta el 26 de abril 2022 y los días 1 y 8 de mayo de 2022.

Teniendo en cuenta los niveles permisibles de ruido en cada una de las zonas, se traslapo la categorización de las zonas y sus niveles con el fin de identificar las áreas más sensibles (áreas habitadas) durante el proyecto.

Una vez realizado el monitoreo, se presentó un plano con las curvas de igual presión sonora (isófonas) con base a la cartografía disponible. Finalizado el monitoreo, se realizó un modelo de ruido bajo diferentes escenarios:

- Primer escenario: Línea base sin proyecto
- Segundo escenario: Etapa de Construcción
- Tercer escenario: Proyecto en operación

El proceso metodológico para el desarrollo del modelo consistió en los siguientes pasos:

- Definición de escenarios

- Identificación de las fuentes de emisión
- Estimación de las emisiones del proyecto a partir de estándares internacionales definidos
- Procesamiento de datos meteorológicos y del terreno
- Ingreso de datos al modelo
- Corrida (Modelación)



2.6.1.2.11. Vibraciones

Para la temática de vibraciones se adelantaron dos actividades principales que corresponden (1) a la caracterización actual de los niveles de vibración a lo largo del corredor o Línea Base (véase Sección 5.2.3.5.1. Monitoreo y puntos de medición de vibraciones y ruido estructural y Sección 5.2.3.5.4. Registro de niveles de vibración para la condición sin proyecto) y (2) estimación de los niveles de vibración para el escenarios de construcción y operación del proyecto (véase Sección 5.2.3.5.5. Predicción de los niveles de vibraciones).

Dado que en Colombia no existen normas para el control de vibraciones, tradicionalmente se han utilizado normas o recomendaciones europeas (en particular DIN 4150) y de Estados Unidos (USBM RI8507) con el fin de limitar y proponer medidas de mitigación en proyectos que incluyan equipos que inducen altos niveles de vibración y vehículos pesados. La definición de umbrales de vibración requiere tener claridad que las vibraciones generan efectos tanto en personas, como en estructuras y maquinaria que se encuentre en la zona cercana a la fuente de emisión de vibraciones. La definición de umbrales de vibración en términos de velocidad de partícula asociados con daño a estructuras se desarrolló de acuerdo a los lineamientos definidos en la norma DIN 4150. Para la condición con proyecto adicionalmente se analizarán los efectos asociados con sensibilidad humana para lo cual se utilizarán las recomendaciones de FTA (2018), los lineamientos presentados en la DIN 4150 y otras normas asociadas con control de vibraciones asociadas con percepción humana, en particular la norma BS 5228-2:2009.

Con el fin de establecer la línea base se desarrollaron mediciones en quince puntos a lo largo del corredor del proyecto utilizando acelerómetros de alta sensibilidad. Estas mediciones permitieron definir los niveles de vibraciones sin proyecto y permitió establecer un modelo de atenuación de vibraciones en la zona de estudio.

En general se encuentra que los niveles de vibración a lo largo del corredor proyectado varían entre No perceptible a personas a fácilmente perceptible a personas, superando en 12 de los 15 de los sitios de análisis el umbral definido de percepción de personas (velocidad de partícula igual a 0,15 mm/s). Con lo anterior, se puede concluir que en gran parte del corredor actualmente se superan los límites de percepción y los valores promedio de velocidad de partícula máxima en los 15 puntos de medición corresponde a 0,48 mm/s, valor que excede el límite normalmente definido para percepción humana en horario diurno de 0,30 mm/s.

Se presentó un Modelo de predicción de vibraciones, aplicable al proyecto de acuerdo a la información recopilada, para representar la línea base (información levantada antes de cualquier actividad o intervención de obra del Proyecto), la Construcción, la Operación y Mantenimiento del proyecto. Estos resultados del modelo, son la base para la definición de las medidas para la prevención, control, mitigación, corrección de las vibraciones y ruidos estructurales, teniendo en cuenta lo establecido en los ET-05 (FDN-2021) siguiendo la metodología propuesta por la FTA (2018) y las particularidades y especificaciones del material rodante y la conexión Material Rodante - Riel - Estructura que se definan en el diseño. Con base en lo anterior, se definió el Área de Influencia como:

(1) En el tramo subterráneo durante la etapa de operación y construcción no se identifican impactos por el tránsito del metro en los sitios en los que la cobertura supera los 8,0 m (asociado al escenario de operación y aún menor en el escenario de construcción).

(2) En el tramo elevado, se define un área de influencia igual a un corredor de 6,3 m medidos a cada lado del riel, asociado a las actividades de construcción, ya que este para la etapa de operación sería de 2,5 m.

(3) En el tramo en trinchera, es decir la zona donde se hace la transición del metro elevado al metro subterráneo, se define un corredor de 33,0 m de ancho (16,5 m medidos a cada lado del eje del corredor) como área de influencia directa durante la etapa de operación. El área de afectación durante la etapa de construcción es inferior (6,3 m).

(4) Finalmente, para el área de influencia de las estaciones y los pozos, se establece durante la etapa de construcción, correspondiente a una área circundante de 6,3 m del límite en planta de estas estructuras. Durante la etapa de operación se considera mínimo el efecto.

2.6.1.3. Medio Biótico

Para la elaboración de los temas bióticos del Estudio de Impacto Ambiental y Social y con el fin de obtener información primaria a partir de los muestreos en campo de los componentes de flora, fauna e hidrobiota se notifica a la autoridad ambiental el inicio de las actividades de campo de acuerdo con lo establecido en el Decreto 3016 del 27 de diciembre de 2013 “Por el cual se reglamenta el Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales”, y compilado en el Decreto 1076 de 2015 bajo el Artículo 2.2.2.8.1.2 Ámbito de aplicación y el Artículo 2.2.2.9.2.1 Actividades de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica.

Durante el desarrollo de la caracterización de las áreas ambientalmente sensibles y de aquellas que conforman la Estructura Ecológica Principal - EEP, se identificaron las entidades encargadas de su administración y reglamentación, así como de aquellas Autoridades Ambientales que tienen injerencia en las zonas donde se proyecta el establecimiento del proyecto.

Se tuvieron en cuenta los Planes de Manejo Ambiental de los ecosistemas de importancia que se encuentren en el área de influencia del proyecto, como lo son el humedal Juan Amarillo y el humedal La Conejera, considerando de igual forma, lo establecido en la zonificación ambiental y las restricciones de uso de estos ecosistemas. Al ser estos humedales sitios Ramsar se tuvieron en cuenta las directrices dadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS mediante el Decreto 1468 del 6 de agosto de 2018, por la convención de Ramsar, así como los lineamientos que el Distrito capital emite para el manejo de estos ecosistemas.

Durante la fase de construcción, las actividades del Proyecto que inciden con mayor relevancia sobre el componente de vegetación y flora en veda se relacionan con la tala, poda, bloqueo y traslado de los individuos arbóreos; y con el descapote y remoción de las coberturas vegetales, principalmente en donde se realizan las obras en superficie y en el área del patio taller. Por lo anterior, los muestreos de la flora en veda y el inventario forestal al 100% se realizaron en el Área de Influencia Directa - AID con el fin de obtener la información básica requerida para obtener respectivamente el permiso de levantamiento de veda y el permiso de aprovechamiento forestal.

De igual forma, se realizaron muestreos en campo para la caracterización de la vegetación y de la flora en veda tanto en el Área de Influencia Directa - AID como en el Área de Influencia Indirecta - AI.

Para la caracterización de la flora del área de influencia del proyecto, se establecieron los sitios de muestreo, de tal forma que sean representativos para las coberturas vegetales identificadas en la fotointerpretación, adicionalmente se hizo una revisión de la información secundaria, los diseños de muestreo y de representatividad de la vegetación y el establecimiento de los sitios de muestreo.

Para el inventario forestal al 100% y previa la identificación de los individuos arbóreos presentes en las obras superficiales proyectadas, a partir de las ortofotos, se identificaron aquellos que se encontraban en predios privados, se realizó la gestión

de ingreso y se obtuvo los permisos de los propietarios o residentes de los inmuebles en donde se adelantó el censo forestal.

Previo a los muestreos de fauna en campo se realizó una revisión de las coberturas vegetales identificadas con la metodología Corine land cover para establecer los posibles puntos de muestreo teniendo en cuenta la representatividad de los diferentes hábitats que podrían estar siendo usados por la fauna (esto asociados a las coberturas vegetales con oferta de recursos para la fauna silvestre). En adición, se realizó una revisión de información secundaria donde se identificaron las especies de posible presencia en el área de influencia del proyecto.

Las actividades de campo para la caracterización de fauna comprendieron dos tipos de muestreo, el primero comprendió la realización de transectos de observación de avifauna y el inventario de nidos; y el segundo, a la búsqueda de registros de mamíferos y herpetos (anfibios y reptiles). Los sitios de monitoreo fueron establecidos en el AID y el AII donde se registraron las mejores condiciones de hábitat, de acuerdo con las coberturas naturales o seminaturales identificadas en el plano de coberturas.

Para la caracterización del componente de hidrobiología, se seleccionaron en primer lugar los sitios de muestreo que fueron los mismos puntos determinados para la toma de muestras de calidad fisicoquímica del agua, y en segundo lugar, se identificaron los aspectos a considerar como lo fue la gestión ante la SDA para coordinar el ingreso a los humedales, con el fin de disminuir los contratiempos en las actividades programadas de campo.

La composición y la estructura de la hidrobiota en los ecosistemas acuáticos del área de influencia, se realizó a partir de los resultados obtenidos a nivel del laboratorio de las comunidades hidrobiológicas de perifiton, macroinvertebrados asociados al bentos, fitoplancton, zooplancton y la fauna íctica en los sistemas lóticos y lénticos considerados. El análisis de estas comunidades permitió determinar las condiciones de los cuerpos de agua, entre estos el de los humedales Juan Amarillo o Tibabuyes y La Conejera. Adicionalmente, se consultaron algunas fuentes de información secundaria para establecer las condiciones actuales de la hidrobiota presentes en los cuerpos de agua.

Las actividades de campo en donde se realizaron muestreos y la toma de información primaria para el desarrollo de la caracterización biótica, comprendieron diferentes periodos de tiempo asociados con las fechas de autorización de ingreso por parte de la SDA, para el caso de los humedales Juan Amarillo y La Conejera; por parte del IDRDR para el caso del ingreso del predio norte del patio taller; y con respecto a los predios privados para la realización del censo forestal y los muestreos de flora en veda, cuando se acordó con el propietario o residente el ingreso a los respectivos predios.

Es así como, los muestreos para la caracterización de la vegetación con base en el establecimiento de parcelas se llevaron a cabo entre el 22 y el 25 de marzo, entre el 8 y el 14 de mayo, y el 14 de julio de 2022. En relación con los muestreos de flora en veda se realizaron entre el 22 y el 25 de marzo, el 6 y el 7 de abril; entre el 8 y el 14 de junio; y el 14 de julio de 2022. Los muestreos y la caracterización de la vegetación fueron realizados por biólogos con experiencia en vegetación a nivel de árboles, arbustos y herbáceas; y de flora en veda vascular y no vascular.

El inventario forestal al 100% se adelantó entre los meses de mayo y agosto del año 2022, por parte de ingenieros forestales con experiencia en censo arbóreo urbano.

Con respecto a la fauna, los muestreos y observaciones se realizaron entre el 14 y el 24 de marzo, entre el 8 y el 10 de junio; y el 14 de julio de 2022. Los registros de la fauna en campo y el desarrollo de la caracterización fue realizada por biólogos especialistas en los grupos de aves, anfibios, reptiles y mamíferos.

En relación con los muestreos hidrobiológicos se realizaron en dos épocas climáticas. El monitoreo en época seca se llevó a cabo los días 21, 24, 28, 29 y 30 de junio de 2022 y el monitoreo en época de lluvias se llevó a cabo los días 18, 19, 24, 25, 30 de mayo de 2022 y 01 de junio de 2022 por el personal de Ambientiq Ingenieros S.A.S.

2.6.1.4. Medio Socioeconómico

La metodología del medio socioeconómico parte de la innovación en el análisis de la información, desde la fase de recolección. En este sentido, consideró técnicas e instrumentos que facilitan la participación, las estrategias de control grupal de la información desde la concertación y la actualización de la información geo-territorial partiendo de las bases cartográficas existentes y reconociendo las dinámicas de las realidades sociales. Las actividades de caracterización se realizaron en el marco de los encuentros con los comités de participación realizados entre el 22 de febrero y el 13 de mayo que corresponden al primer, segundo y tercer encuentro con los comités de participación.

El marco normativo nacional para la participación se sustenta en la Constitución Política de Colombia y su correspondiente estructura jurídica de leyes, decretos, resoluciones, términos de referencia, metodologías y guías así como los principios internacionales acogidos por el País y los estándares internacionales consultados.

La Constitución Política de Colombia de 1991 establece y determina relaciones entre cultura, medio ambiente y desarrollo entre otros aspectos, dando a su vez importancia a la participación de la sociedad en la conservación del medio ambiente y en el establecimiento de las relaciones entre sociedad, medio ambiente y desarrollo. Por lo cual se relacionan las siguientes disposiciones:

- Artículos 1 y 2: Se reconoce el Estado colombiano como un Estado Social de Derecho, lo que implica su orientación a respetar y garantizar los derechos colectivos y del ambiente (consagrados en los Artículos 78, 79, 80, 81, 82), así como la participación democrática en la función pública.
- El principio de la democracia participativa, señalado en el Artículo segundo de la Constitución Política de 1991, de tal forma que se garantice la efectividad de los principios, derechos y deberes consagrados en la norma constitucional.
- La participación ciudadana en las decisiones que puedan afectar a la comunidad en relación con temas ambientales, señalada en los Artículos 78, 79 y 80 de la Constitución Política.
- Por su parte, el Artículo 79 estipula que las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. En el Artículo 90 se determina la responsabilidad del Estado por los daños antijurídicos que le sean imputables y en el Artículo 287 se hace referencia a la autonomía para la gestión pública de las entidades territoriales.
- Los mecanismos de participación reconocidos constitucionalmente, tales como el derecho de petición (Art. 23), la acción de tutela (Art. 86), la acción de cumplimiento (Art. 87), las acciones populares y de grupo (Art. 88).

La Constitución Nacional de 1991, el Congreso de la República y el Gobierno Nacional han expedido una serie de normas orientadas a dar cumplimiento a los compromisos sociales, culturales, económicos y ambientales adquiridos por la Nación. Con relación a los mecanismos o herramientas de participación ciudadana en los aspectos ambientales, las principales disposiciones se relacionan a continuación:

- Ley 134 de 1994: “Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana”, iniciativa popular legislativa y normativa, el referendo, la consulta popular del orden nacional, departamental, distrital, municipal y local, la revocatoria del mandato, el plebiscito y el cabildo abierto. En su Artículo 100 se señala la posibilidad de las organizaciones civiles de constituirse como veedurías ciudadanas para ejercer control sobre la gestión pública.
- Ley 850 de 2003: “Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas”.
- El Decreto 1076 de 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible), entró en vigencia desde el 26 de mayo de 2015 y su propósito es compilar y racionalizar las normas de carácter reglamentario que rigen el sector ambiental, entre los que se encuentra, el Decreto 2120 de 2014 que derogó a su vez al Decreto 2820 de 2010 del MAVDT “Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”. En su Artículo 15, referido a la participación de las comunidades, señala que “se deberá informar a las comunidades el alcance del proyecto, con énfasis en los impactos y las medidas de manejo propuestas y valorar e incorporar en el Estudio de Impacto Ambiental, cuando se consideren pertinentes, los aportes recibidos durante este proceso”.

- Ley 1757 de 2015 en la cual se dictan disposiciones en Materia de Promoción y Protección del Derecho a la Participación Democrática que buscan promover, proteger y garantizar modalidades del derecho a participar en la vida política, administrativa, económica, social y cultural; y asimismo a controlar el poder político. A su vez, la ley regula la iniciativa popular y normativa ante las corporaciones públicas, el referendo, la consulta popular, la revocatoria del mandato, el plebiscito y el cabildo abierto; y establece las normas fundamentales por las que se regirá la participación democrática de las organizaciones sociales. Esta Ley propone tres grandes aspectos: 1) los mecanismos de participación ciudadana. 2) la rendición pública de cuentas y el control social a lo público y 3) la coordinación para la participación ciudadana.

Se destaca lo señalado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales en la Guía de Participación Ciudadana en la que señala que debe asegurarse la inclusión de los diferentes actores (sociales, económicos e institucionales) presentes en el área de influencia o área de estudio del proyecto, de forma dinámica y participativa, para lo cual es necesario identificarlos teniendo en cuenta el tipo de proyecto y el entorno en donde se pretende desarrollar, considerando los siguientes aspectos:

- 1) las características socioeconómicas y organizativas de la población
- 2) las características económicas, actividades productivas y organizaciones existentes en torno a estas
- 3) el uso y aprovechamiento de los recursos naturales de la población, y
- 4) la organización político-administrativa.

De acuerdo con lo expuesto, la participación activa de los diferentes actores sociales es obligatoria y fundamental desde el proceso de caracterización o inventario como lo denominan los Términos de Condiciones Contractuales, es necesario conocer de voz de los diferentes actores sociales las dinámicas, condiciones, usos, prácticas y demás aspectos que permitan junto con ellos identificar los impactos y riesgos, así como las medidas para su manejo. Por lo tanto esta primera instancia de caracterización no es posible adelantarla con información secundaria.

2.6.1.4.1. Inventario social del comercio formal del Área de Influencia Directa

De acuerdo con lo establecido en las Especificaciones Técnicas ET05 se realizó el levantamiento de información de caracterización de las actividades económicas del corredor en el AID. La caracterización del comercio formal permitió conocer las dinámicas locales, las características y condiciones de funcionamiento del comercio sobre el corredor para así poder establecer el impacto que se generará con ocasión de las obras y operación del proyecto. Para esto, se adelantó mediante un Método de Muestreo Probabilístico Estratificado la caracterización con la aplicación de una muestra y complementar los análisis con la información específica proveniente de las entidades distritales como la Secretaría de Desarrollo Económico.

2.6.1.4.1.1. Instrumentos metodológicos

El muestreo se adelantó en el software de libre acceso KoboToolbox a través de la herramienta específica KoboCollect, para facilitar la toma de información en campo a través de dispositivos móviles. Después de verificar la funcionalidad del instrumento en KoboCollect se procedió a la aplicación del censo por el equipo de profesionales a los establecimientos determinados en el muestreo que fueron seleccionados al azar a lo largo del corredor. El muestreo tuvo una confianza del 90%. Posterior a la aplicación del censo, se exportaron los datos del KoboToolbox en formato Excel y se normalizaron para su posterior procesamiento y análisis.

2.6.1.4.1.2. Desarrollo operativo de la estrategia

Se realizó la aplicación de la encuesta mediante la visita a los establecimientos comerciales ubicados el corredor, los profesionales estuvieron debidamente identificados y se estimó un rendimiento de 4 entrevistas diarias por profesional.

2.6.1.4.1.3. Recurso humano

Para el muestreo se requirió de un equipo de ocho (8) profesionales y un profesional especializado que lideró la actividad.

2.6.1.4.1.4. Recursos físicos

- Chalecos
- Carné
- Tablets
- Vehículos para el desplazamiento

2.6.1.4.2. Inventario social de las organizaciones sociales, mediante fichas territoriales AID

De acuerdo con lo establecido en las ET05 – Estudio de impacto ambiental y social (EIAS), se adelantó una caracterización donde se incluyó:

- Tipo de influencia sobre el territorio, posición, interés e influencia (alta-media-baja). Esta información fue analizada de cara a la entrega de un mapa de actores y entregada en una cartografía que solapó el trazado junto con la ubicación del actor, para generar así un documento de recomendaciones de manejo con estos actores para la fase de construcción del proyecto y permitir la identificación de posibles alianzas estratégicas que se puedan dar para garantizar la vinculación de estos en el desarrollo, construcción y mantenimiento del proyecto.
- Número de interesados.

Específicamente para la dimensión Política-Organizativa se realizó una caracterización enfocada en los siguientes aspectos:

- Instituciones públicas existentes en el AID.
- Organizaciones privadas (gremios, entre otros), sociales y comunitarias tales como asociaciones, corporaciones, JAC, JAL, cooperativas, veedurías ciudadanas, ONG, entre otros presentes o que han tenido incidencia relevante en el AID de los componentes del medio socioeconómico, precisando:
 - Tiempo de permanencia en la zona.
 - Temáticas de interés o trabajo.
 - Programas o proyectos ejecutados o en ejecución.
 - Población beneficiaria.
- Instancias y mecanismos de participación de la población, así como las instituciones y organizaciones del AID de los componentes del medio socioeconómico.
- Proyectos estructurales de intervención social desarrollados en el AID.

Teniendo en cuenta la relevancia de las organizaciones sociales en los territorios y el conocimiento de los diversos aspectos y dinámicas económicas, culturales, de servicios públicos y sociales, la captura de información indagó sobre los mismos a fin de contar con un panorama general de las comunidades ubicadas a lo largo del trazado desde diferentes miradas.

En respuesta a lo anterior se adelantó el levantamiento de la información mediante la aplicación de una Ficha Territorial o Barrial estructurada conforme lo requerido en las Especificaciones Técnicas ET05, para la caracterización de cada una de las dimensiones del componente socioeconómico de la Línea 2 Metro de Bogotá; esta ficha estuvo estructurada en tres ejes temáticos: (i) dimensión espacial y de paisaje (enfocado desde la belleza escénica), (ii) dimensión histórico-político-cultural, (iii) dimensión económica.

2.6.1.4.2.1. Instrumentos metodológicos

Formato o ficha de caracterización de las organizaciones sociales, las cuales se aplicaron mediante Google Forms y en mesas de trabajo delimitadas por localidades.

2.6.1.4.2.2. Recurso humano

Para la aplicación de las Fichas Territoriales o Barriales se tuvo un (1) profesional especializado que lideró la actividad.

2.6.1.4.2.3. Recursos físicos

- Tablets
- Chalecos
- Carné
- Cámaras fotográficas
- Vehículos para el transporte

2.6.1.4.3. Inventario de actores clave de la población del AID, mediante talleres por dimensión (demográfica, espacial, económica, cultural y político-organizativa).

Como se indicó en la introducción del medio socioeconómico la caracterización que describe a la población del área de influencia directa se adelantó de forma participativa mediante la comunicación en doble vía, en un proceso incluyente que procuró la vinculación de los diferentes actores sociales y que reflejó las distintas realidades y diferencias que conforman el corredor de la Línea 2 Metro de Bogotá.

Razón por la cual se usaron técnicas grupales para el levantamiento de información por dimensión, mediante talleres con la población de los barrios del área de influencia. Los métodos para el desarrollo de estos talleres fueron los siguientes:

Observación participante, que permitió la interacción entre el equipo técnico y las comunidades dentro de un proceso dialógico en la construcción de la línea base; este ejercicio se complementó de acuerdo con la información obtenida en las reuniones de socialización.

Plenaria y grupos de discusión, esta técnica permitió la participación de todos los integrantes del territorio con el propósito de debatir asuntos específicos e inherentes a la comunidad que representan, a través de una agenda.

Teniendo en cuenta el número de asistentes, se conformaron grupos de discusión, una técnica cualitativa de carácter colectivo que, para este caso, comparte características del grupo focal tales como, la reconstrucción de imágenes, conceptos, lugares comunes, creencias, percepciones, representaciones, sentidos, significados, expectativas, entre otras, a través del discurso de los participantes.

Estos grupos permitieron centrar las discusiones en el abordaje de fondo de las dimensiones del estudio; además se conformaron a partir de las afinidades vivenciales, territoriales o sectoriales, etc.

Los instrumentos que se emplearon fueron los siguientes: Cartografía social, línea de tiempo y calendario económico-cultural y ecomapa.

A continuación, se relacionan los requerimientos de información que se tuvieron en cuenta para el área de influencia directa de la Línea 2 Metro de Bogotá, establecidos en las ET05:

Dimensión Demográfica

- Total, población y porcentaje.
- Migración.
- Distribución de la población por cada sector establecido para el análisis socioeconómico.
- Composición por edad y sexo.

Dimensión Espacial

- Referente histórico.
- Servicios sociales - Infraestructura educativa y de salud (identificación), población en régimen de excepción y población no asegurada, afiliación por empresas prestadoras de salud, equipamientos, establecimientos educativos, distribución de colegios, porcentaje de matrículas por grado.
- Infraestructura recreativa y deportiva (identificación y localización).
- Tipo y déficit de vivienda.
- Movilidad (Identificar el estado de las vías, transporte, ciclovías, bicirreles, ciclorutas, paraderos de transporte público, puentes.
- Acceso a los servicios sociales.
- Uso de las vías.
- Modos de servicio de transporte (formal / informal) y condiciones de movilidad (viajes en día hábil y tiempo promedio de viaje desagregado por sexo).
- Medios de comunicación: radio, prensa, internet, televisión y emisoras comunitarias.
- Identificación y localización de las actividades económicas.
- Plano de georreferenciación soportado con la documentación sobre estrategias de manejo de impacto de las acciones urbanísticas, desde los principios del Sistema Integral Social (SIS), de los lugares que potencialmente puedan constituirse en remanentes del Proyecto.

Dimensión Cultural

- Patrimonio cultural inmaterial: prácticas sociales y tradiciones estéticas.
- Bienes muebles e inmuebles declarados de interés cultural que se encuentren dentro del AID, indicando el acto administrativo mediante el cual fueron declarados, así como sus respectivos Planes Especiales de Manejo y Protección en caso de que existan. Plano con la georreferenciación y localización a escala 1:5.000 que incluya la delimitación del bien identificado.
- Sitios de importancia cultural. Plano con la georreferenciación y localización a escala 1:5.000.
- Espacios de tránsito y desplazamiento.
- Áreas de uso cultural para la recreación y el esparcimiento, otros de importancia cultural.

- Recomendaciones normativas para manejo de Bienes muebles e inmuebles declarados de interés cultural.
- Diagnóstico de la cultura ciudadana.
- Presencia de comunidades étnicas, para esto, el Contratista solicitará al Ministerio del Interior la certificación de presencia de comunidades étnicas.

Dimensión Político-organizativa

- Comités zonales creados para el seguimiento y control social del Proyecto de la L2MB.
- Las instituciones públicas existentes en el AID.
- Las organizaciones privadas (gremios, entre otros), sociales y comunitarias tales como asociaciones, corporaciones, JAC, JAL, cooperativas, veedurías ciudadanas, ONG, entre otros presentes o que han tenido incidencia relevante en el AID de los componentes del medio socioeconómico, precisando:
 - Tiempo de permanencia en la zona.
 - Temas de interés o trabajo.
 - Programas o proyectos ejecutados o en ejecución.
 - Población beneficiaria.
- Las instancias y mecanismos de participación de la población, así como las instituciones y organizaciones del AID de los componentes del medio socioeconómico.
- Proyectos estructurales de intervención social desarrollados en el AID.

Dimensión Económica

- Censo indirecto del comercio formal e informal.
- Procesos productivos y tecnológicos.
- Caracterización del mercado laboral actual.
- Polos de desarrollo que interactúan con el AID.
- Características del mercado laboral actual en cuanto al tipo de mano de obra que se encuentra en el área y la forma de condición laboral (empleo formal, empleo informal, ocupantes del espacio público, desempleo y subempleo).
- Actividades económicas relacionadas con el turismo y/o la recreación, que se desarrollan en el AID, así como los agentes económicos que intervienen en las mismas, insumos, infraestructura, dinámica y demás elementos que las constituyen.
- Programas y proyectos productivos privados, públicos y/o comunitarios existentes, cuyas características sean de importancia para el desarrollo del Proyecto en el AID.
- Infraestructura relacionada con las actividades económicas existentes (centros nucleados de influencia para comercialización). Documento censo y caracterización socioeconómica.
- Directorio y mapa, actualizado de instituciones, equipamientos y actores sociales (Georreferenciados).
- En el siguiente orden Administrativo (Alcaldía Local, JAL., CLOPS, Asojuntas, Estación de Bomberos, Empresas de Servicios Públicos, CAI, CAMIS, ICBF, etc.).
- Comunicacionales alternativos e institucionales administrativos (medios de radio, impresos y digitales).
- Equipamientos colectivos (educativos, culturales, bienestar social, recreación y deporte, salud).
- Comercial (sectores comerciales, centros comerciales, empresas de transportes, etc.).
- Organizaciones sociales y comunitarias (J.A.C., Propiedad horizontal, ONGs, Organizaciones Culturales, Asociaciones de Vecinos, etc).
- Otros que se encuentren e identifiquen durante los estudios.

2.6.1.4.3.1. Instrumentos metodológicos

A continuación se presentan las definiciones, características y cualidades de cada uno de los instrumentos utilizados:

Cartografía social: es una herramienta que facilita el reconocimiento geográfico del territorio (hitos o lugares relevantes) por parte de los participantes, a través de la ubicación en plano de las relaciones con el espacio.

Este instrumento se desarrolla a partir de los sentidos y significados que los actores sociales le asignan a su espacio de vida, a los valores y diversas relaciones culturales, económicas, de relaciones políticas, de lo ambiental, de las relaciones sociales y redes sociales, así como los conflictos que se generan en los diferentes barrios que componen el trazado de la Línea 2 Metro de Bogotá.

Uno de los aspectos que garantizan el rigor y la validez metodológica de este instrumento es precisamente el hecho de que participativamente se produce un conocimiento. El resultado es la descripción e interpretación propia, que responde de manera efectiva y real a los usos y costumbres en torno al territorio, que se legitiman cotidianamente (Ministerio de Cultura, 2009).

Línea de tiempo: Este instrumento permite realizar la representación gráfica de períodos cortos, medianos o largos. Identificando los hitos que marcaron aspectos significativos en el desarrollo social de las comunidades. Allí se puede representar la duración de los procesos, hechos y acontecimientos y evidenciar cuáles suceden al mismo tiempo, cuánto tiempo duran, cómo se relacionan y en qué momento se produjeron. Son los hitos que cada comunidad reconoce e identifica como parte de su historia colectiva, de su historia común.

Calendario ecológico-cultural: Este instrumento permite identificar las dinámicas culturales, las festividades o celebraciones, respecto a los ciclos ambientales, así como los tiempos y programas y actividades de las organizaciones sociales.

Ecomapa: Este instrumento permite identificar las instituciones, actores sociales, grupos de interés presentes en el territorio, así como su jerarquía y relaciones de poder.

2.6.1.4.3.2. Desarrollo operativo de la estrategia

La duración estimada del taller fue de tres horas y se realizó mínimo un taller con cada uno de los comités de participación.

2.6.1.4.3.3. Recurso de personal

Para la actividad se dispuso de un grupo compuesto por tres profesionales y un auxiliar, quienes se encargaron de moderar las actividades en cada subgrupo. Fueron asignados de la siguiente manera:

Profesional 1: cartografía social y dimensión espacial.

Profesional 2: dimensión económica.

Profesional 3: dimensión histórico-político-cultural.

Auxiliar social: apoyo logístico en el levantamiento de registros fotográficos y preguntas.

2.6.1.4.3.4. Recursos físicos

- Tablets
- Chalecos
- Carné
- Cámaras fotográficas
- Impresión tamaño pliego full color de los instrumentos
- Marcadores
- Colores
- Stickers (cartografía social)
- Vehículos para el traslado
- Formatos de soporte de asistencia y reunión

2.6.1.4.4. Inventario de actores clave, mediante entrevistas

Resultado de los talleres de caracterización y del inventario de las organizaciones sociales, se identificaron los habitantes que dada su trayectoria de vida fueron candidatos para adelantar las entrevistas, profundizando en las dinámicas históricas, sociales y económicas que permitieron comprender las realidades actuales, posturas en defensa u oposición al proyecto, así como sus intereses.

Este ejercicio de oralidad permitió hacer análisis desde la territorialidad y resultó una técnica complementaria al taller que cualificó la información de la línea base, ya que profundizó en ejes temáticos relevantes para el estudio desde un enfoque cualitativo e identificó variables pertinentes para el análisis de los impactos.

La selección de los entrevistados se realizó considerando aspectos como:

- Personas mayores, por su conocimiento del territorio.
- Integrantes de familias u organizaciones reconocidas.
- Líderes ambientales.
- Líderes o representantes del sector comercial.
- Representantes de la academia o de una de las instituciones ubicadas sobre el corredor.
- Administradores o representantes de los conjuntos residenciales.

2.6.1.4.4.1. Instrumentos metodológicos

A continuación, se presentan las definiciones, características y cualidades de los instrumentos utilizados:

Entrevistas: técnica cualitativa a través de la cual se recopila información de manera verbal a través de la estructuración de un guión de preguntas que orientan el desarrollo del ejercicio dialógico. Particularmente, a través de esta técnica se buscó reconstruir las dinámicas simbólicas y socioculturales del territorio.

Instrumento: Formato de entrevista semi estructurada formulada con base en las variables de información pertinentes para el contexto de cada entrevistado.

2.6.1.4.4.2. Recurso humano

Para las entrevistas se requirió un profesional

2.6.1.4.4.3. Recursos físicos

- Tablet
- Chaleco
- Carné
- Cámara fotográfica
- Vehículo para el traslado

2.6.1.4.5. Inventario social de la población a reasentar - unidades sociales y unidades económicas.

Dando cumplimiento a lo establecido en las Especificaciones Técnicas ET05 y teniendo como referente lo establecido en las Salvaguardas de la Banca Multilateral, específicamente lo relacionado en el Marco Ambiental y Social del Banco Mundial en el Estándar Ambiental y Social No. 5 Adquisición de Tierras, Restricciones sobre el Uso de la Tierra y Reasentamiento Involuntario, se adelantó una caracterización a la población objeto de reasentamiento, la cual hace parte del Plan de Reasentamiento, este levantamiento de información se realizó entre el 14 de abril y el 8 de agosto de 2022 de la siguiente información y la información de la estación 11 se levantó en el mes de octubre:

- Identificación de los predios que se afectarán de manera total o parcial.
- Relación del tipo de construcción identificada.
- Relación de número de pisos identificada.
- Relación de los usos identificados en las construcciones.
- Relación de las Unidades Sociales Hogar, las Unidades Económicas y Unidades Social Socioeconómicas identificadas y aproximadas.
- Relación del tipo de actividad económica identificada.
- Identificar el número de unidades sociales o familias a reasentar y sus características socioeconómicas.
- Permanencia en el predio y en el área.
- Estructura familiar (tipo: nuclear, extensa), número de hijos y miembros.
- Censo de familias con factores de vulnerabilidad social tales como discapacidad, enfermedades terminales, senectud y NBI, entre otras.
- Características constructivas, distribución espacial y dotación de las viviendas.
- Expectativas que la familia tiene frente al proyecto y al posible traslado.

La información detallada y analizada se encuentra en el documento Plan de Reasentamiento, así como los anexos y soportes que dan cuenta del proceso.

2.6.1.4.5.1. Instrumentos metodológicos

Censo: Aplicación de formularios censales predio a predio a cada una de las unidades sociales y económicas identificadas como objeto de reasentamiento.

2.6.1.4.5.2. Desarrollo operativo de la estrategia

A continuación, se presenta un paso a paso de las actividades que se llevaron a cabo para el censo de la población a reasentar:

Paso 1. Identificación predial. Determinación del listado, localización y características legales, de ocupación, y socioeconómicas de los predios del corredor y sus áreas de operación y protección. Realización del listado maestro de predios y de inmuebles a censar de acuerdo con la información predial disponible (identificación preliminar de propietarios y condiciones de los inmuebles).

Paso 2. Localización completa de las obras en la capa predial.

Paso 3. Diferenciación de los predios del corredor en distintas áreas o zonas y clasificación de los predios de acuerdo con los distintos tipos de uso (habitacional, comercial industrial, institucional y otros).

Paso 4. Identificación territorial y de la DIVIPOLA oficial. Determinación de unidades territoriales (Distrito Capital, Municipios, veredas, localidades, UPZs, barrios, sectores y manzanas).

Paso 5. Definición del área de influencia socioeconómica teniendo en cuenta las distintas áreas físicas de intervención, los impactos sociales preliminares y efectos sociales de los impactos bióticos y físicos (modelo de vibración, ruido y calidad de aire).

Paso 6. Realización de pre-inventario (pre-conteo o pre-censo) de construcciones, viviendas ocupadas y desocupadas y unidades sociales en corredor predial para la determinación de presencia de huella y tipo de intervención, tamaños, tipo de tenencia y tipos de uso de los predios.

Paso 7. Con base en información predial y el precenso, identificación inicial de sectores, actores, situaciones y casos especiales y de vulnerabilidad.

Paso 8. Con base en la información precensal, elaboración del estimativo inicial de viviendas y unidades sociales a reasentar y a censar por localidades, UPZs, barrios, manzanas, tramos y segmentos.

Paso 9. Diseño de formulario censal de caracterización.

Paso 10. Adaptación del formulario de inventario de unidades sociales a los requerimientos, las variables e indicadores del instrumento de gestión predial se adoptaron según marcos sectoriales existentes en el Distrito Capital.

Paso 11. Diseño de base de datos y formulario digital con base en el formulario censal revisado y aprobado.

Paso 12. Elaboración del manual para el diligenciamiento de los formularios.

Paso 13. Con base en de los estimativos obtenidos a través del pre-censo, realización de la planeación y preparativos logísticos del censo de Unidades Sociales.

Paso 14. Conformación y distribución de equipos de trabajo para la realización del censo.

Paso 15. Capacitación del equipo censal (entrenamientos, simulaciones y simulacros de aplicación).

Paso 16. Definición del periodo censal y elaboración de la programación de aplicación.

Paso 17. Proceso de información y socialización a propietarios y residentes de los inmuebles afectados sobre el proceso censal de acuerdo con la estrategia de comunicaciones adoptada.

Paso 18. Prueba piloto.

Paso 19. Crítica y ajuste de los formularios de acuerdo con la prueba piloto.

Paso 20. Ejecución del censo de Unidades Sociales (registro de población).

Paso 21. Revisión control de calidad y crítica de la información censal obtenida.

Paso 22. Sistematización, procesamiento y análisis de información.

2.6.1.4.5.3. Recurso humano

De acuerdo con el número de unidades sociales objeto de reasentamiento, se requirieron tres (3) profesionales sociales, tres (3) auxiliares sociales y cuatro (4) profesionales prediales.

2.6.1.4.5.4. Recursos físicos

- Tablet
- GPS
- Base de datos
- Chaleco
- Carné
- Cámara fotográfica
- Vehículos para el traslado de los equipos de trabajo

2.6.1.4.6. Programa de arqueología preventiva

Dando cumplimiento a lo establecido por el ICANH, se realiza el Registro del Programa de Arqueología Preventiva (PAP) del proyecto ante dicha entidad, la cual corresponde a la primera fase del PAP. De igual manera, se adelantan las siguientes fases de dicho PAP:

- Fase 2. Diagnóstico y Prospección
- Fase 3. Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico.

2.6.1.4.6.1. Instrumentos metodológicos

Diagnóstico Arqueológico: Una vez aprobado el registro del PAP por el ICANH, se realizó un diagnóstico arqueológico detallado del área a intervenir a partir de la información disponible para dicha área, con el fin de elaborar una zonificación arqueológica preliminar que permitiera diseñar una metodología de prospección acorde con las características y el potencial arqueológico de la zona. Este documento se elaboró con base en los "Términos de Referencia para implementar Programas de Arqueología Preventiva" del ICANH".



Para la elaboración de este documento, se realizó una revisión bibliográfica detallada para identificar el potencial arqueológico del área de estudio, teniendo en cuenta la ocupación del área por comunidades humanas desde periodos prehispánicos. Se analizaron fuentes arqueológicas, así como históricas y ambientales. Con esta información se procedió a elaborar el Diagnóstico Arqueológico, el cual indica de forma preliminar el potencial arqueológico del área. Este documento fue presentado ante el ICANH y, aunque no será evaluado, sí existe una retroalimentación por parte del instituto

Prospección Arqueológica: Se realizó a partir de actividades de revisión de información secundaria, como las fotografías aéreas en las zonas de camellones, y de prospección en campo con el fin de realizar una zonificación del potencial arqueológico del área de estudio. Producto de esta zonificación, se debe proponer el plan de manejo arqueológico que deberá ser implementado en las siguientes fases del PAP.

Mediante el análisis de fotografías aéreas e imágenes satelitales se buscó establecer una aproximación a paisajes e intervenciones del pasado, ya que dicha información provee la oportunidad de apreciar las características del terreno tal como eran hace décadas, antes de verse afectado por fenómenos como el uso intensivo de la tierra o la expansión urbana, además de permitir evaluar su estado de conservación en la actualidad. Por otra parte, el uso de dichas fuentes de información permite la localización y caracterización de contextos arqueológicos que de otro modo pasarían desapercibidos en verificaciones a nivel de superficie.

La idea de analizar fotografías aéreas, en particular en el área del patio taller, se fundamentó en investigaciones previas donde se hallaron camellones que colindan con el meandro del río Bogotá. En este sentido, esta técnica permitió identificar la ubicación de camellones visibles en fotografías de los años 50, pero que al día de hoy ya no pueden ser percibidos en superficie.

El análisis de imágenes satelitales se realizó a través del satélite Sentinel 2A, el cual brinda imagen multiespectral recolectando datos con 13 bandas en el espectro visible, en el infrarrojo cercano e infrarrojos de onda corta además del espectro electromagnético, se analizaron las imágenes más recientes recuperadas por el satélite. A partir de éstas, se realizó el análisis de las bandas del espectro electromagnético que permiten identificar con claridad las áreas urbanas altamente densificadas (gama de colores púrpura), las áreas con alta afectación y erosión de suelos (gama de colores rojos), áreas de pastoreo o cultivo intensivo (gama de colores verde claro) y áreas de vegetación natural y bosques de afectación antrópica contemporánea baja (gama de colores verde oscuro).

Por último, se adelantó la prospección, una vez se determinaron las áreas donde se podían adelantar actividades de campo. Esta actividad se realizó delimitando las áreas a ser prospectadas mediante cuadrantes de 25 m x 25 m, las cuales se denominaron unidades de observación (UO), que sirvieron para registrar la información. De manera tentativa, de ser posible, en su centroide se excavó un sondeo, de 40 cm x 40 cm.

Con base en esta información se adelantó la fase de Aprobación del Plan de Manejo Arqueológico, que consistió en la elaboración de un informe de acuerdo con los “Términos de Referencia para implementar Programas de Arqueología Preventiva” del ICANH”. En el apartado de los resultados de la prospección arqueológica, se realizó una nueva revisión de los antecedentes arqueológicos de la zona a la luz de los hallazgos efectuados en campo, así como la descripción de las actividades realizadas en campo y laboratorio, y los resultados de la investigación y fotointerpretación de imágenes históricas del área de intervención así como de las imágenes satelitales. Asimismo, se realizó la interpretación de los resultados de las clasificaciones y análisis de la fase de laboratorio y se contrastó la información obtenida en el contexto de este proyecto con aquella proveniente de anteriores estudios en el área de estudio. Este informe incluyó el Plan de Manejo Arqueológico en el cual se proponen las respectivas medidas preventivas y de mitigación que, posteriormente, deberán ser ejecutadas en la siguiente fase del Programa de Arqueología Preventiva.

[2.6.1.4.6.2. Desarrollo operativo de la estrategia](#)

A continuación, se presenta un paso a paso de las actividades que se implementan como parte de las actividades arqueológicas:

- Consulta documental haciendo énfasis en la historia y expansión urbana de la ciudad. Anteriores informes de PAP que se hayan realizado sobre las áreas de intervención o cercanías.
- A partir de imágenes satelitales se realiza un análisis multiespectral (NDVI) usando una o más bandas, lo cual permitirá realizar un contraste de la vegetación sobre otras superficies, con el fin de evaluar el grado de intervención antrópica del área de intervención directa.
- Análisis de Imágenes aéreas tomadas a partir de vuelos en la sabana de Bogotá desde la década del 40 hasta el 90 (Banco de imágenes IGAC). Este análisis es particularmente importante para la zona del Patio-Taller la cual fue definida como una zona de canales y camellones por el ICANH.
- Excavación de sondeos: En aquellas áreas que hayan sido determinadas anteriormente para su prospección (patio-taller y áreas de bajo grado de intervención antrópica) se excavan pozos de sondeo de 40 x 40 cm hasta alcanzar el horizonte estéril o el nivel freático, distanciados cada 25 m, siguiendo metodologías empleadas en la región.
- Con base en los resultados del diagnóstico y de las actividades de campo se formulan las medidas de manejo. Estas deben estar alineadas con las medidas aprobadas para el PAP de la PLMB.

2.6.1.4.6.3. Recurso humano

De acuerdo con las actividades a desarrollar se requieren dos (2) profesionales en Arqueología, seis (6) auxiliares sociales y un (1) profesional SIG.

2.6.1.4.6.4. Recursos físicos

- Tablet
- GPS
- Base de datos
- Chaleco
- Carné
- Cámara fotográfica
- Vehículos para el traslado de los equipos de trabajo
- Palines
- Barras
- Paladragas

2.6.2. Zonificación Ambiental

La Metodología General para la Elaboración y Presentación de estudios Ambientales (en adelante MGEPEA) establece que "La zonificación ambiental es el proceso de sectorización de un área compleja, como lo es el área de influencia, en áreas relativamente homogéneas de acuerdo a las características de sensibilidad ambiental de los componentes de los medios abiótico, biótico y socioeconómico. Por lo tanto, es un proceso que integra la información de la caracterización ambiental de línea base y establece, de acuerdo a la normativa ambiental vigente y a las propiedades de los atributos de los componentes ambientales, su susceptibilidad ante fenómenos naturales y antrópicos, a fin de identificar diferentes grados de sensibilidad ambiental dentro del territorio en análisis. La sensibilidad del área de influencia debe ser el resultado

de la agregación de la sensibilidad ambiental de los factores que constituyen los componentes ambientales de los medios abiótico, biótico y socioeconómico”⁶.

Acorde con lo exigido por el marco legal ambiental colombiano, el presente método de Zonificación Ambiental tiene como propósito dar una adecuada relevancia a los elementos o factores del ambiente que generan una sensibilidad especial, dentro del territorio de potencial incidencia de un proyecto específico.

En esta metodología, el análisis es básicamente de superposición de atributos de sensibilidad, en el entendido de que al otorgar valor numérico a estos atributos se hace necesaria (o se llega por consecuencia a) la realización de ponderaciones y o tratamientos estadísticos que enmascaran la real importancia de aquellos atributos para los cuales amerita mantener su calificación en un valor especial de sensibilidad; por esta razón, este método se ha establecido mediante la identificación de los elementos o atributos con mayor sensibilidad ambiental, criterio que se mantiene en superposición sobre las demás categorías de sensibilidad que se establezcan para los diferentes medios o componentes que se encuentren en el análisis. Tal superposición se realiza mediante álgebra de mapas, por medio de programas especializados de análisis de información geográfica (ArcGis, específicamente); por lo anterior, se aplica cuantificación numérica dentro del álgebra de mapas, más no en la clasificación de sensibilidad de un punto específico del territorio en análisis.

De acuerdo con lo anterior y en consonancia con la responsabilidad ambiental implícita en estos análisis, el enfoque y los procedimientos metodológicos adoptados en el presente método coinciden, de manera plena, con las directrices de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, en el sentido de que los parámetros y los criterios aplicados permiten identificar los diferentes grados de sensibilidad del territorio en análisis ante una intervención externa.

Para el desarrollo de la zonificación ambiental del área de influencia del proyecto y partiendo de la necesidad de enmarcar definiciones y conceptos de tal forma que el desarrollo de la metodología para la elaboración de la zonificación ambiental se alinee con el objetivo propuesto en este documento, se presentan a continuación definiciones y conceptos que complementan lo indicado en este tema en los Términos de Referencia ET05⁷ y en la Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de 2018.

2.6.2.1. Áreas definidas para el análisis de la sensibilidad ambiental

Desde la definición de Sensibilidad ambiental, incluida en la Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de 2018: “Sensibilidad ambiental: susceptibilidad inherente de los componentes ambientales y sus procesos físicos, bióticos y socioeconómicos a la transformación o cambio que resulta de las actividades antrópicas o de los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente” se analiza el territorio mediante áreas de sensibilidad, las cuales agrupan las características que lo hacen sensible a fenómenos naturales y antrópicos y que son el objeto de delimitación y análisis para establecer la zonificación ambiental: Estas áreas de sensibilidad se presentan a continuación y corresponden a lo establecido por los Términos de Referencia aplicables al Estudio (TdeR ET05)⁸, bajo los lineamientos definidos por la MGEPEA⁹ para la zonificación ambiental del territorio.

⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS. AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA. 2018. Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales p.164

⁷ FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL. 2021. ET 05 – EIAS. Convocatoria Pública FDN – VE – CP – 07 – 2021.

⁸ FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL. Op Cit.

⁹ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE - MADS. AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA. 2018. Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. Pag 164-165.

- **Áreas de recuperación ambiental:** Se identifican como aquellas áreas que presentan algún grado de deterioro actual o potencial en razón al uso o manejo inadecuado que se hace de ellas. Dadas las condiciones de su estado actual, estas áreas son sensibles a intervenciones, por lo que exigen medidas de manejo y restricciones para su uso. Corresponden a áreas con:
 - (i) conflicto por uso del suelo,
 - (ii) de recuperación y restauración ambiental
 - (iii) afectación del nivel freático.
- **Áreas de riesgo:** Se evalúan las Áreas de riesgo identificando la presencia y el nivel de sensibilidad en el área de influencia abiótica considerando las siguientes:
 - (i) Zonas susceptibles a inundaciones
 - (ii) Zonas susceptibles a avenidas torrenciales
 - (iii) movimientos de remoción en masa
- **Áreas de especial importancia ecológica,** Se evalúan las Áreas de Especial Importancia Ecológica - AEIA identificando la presencia y el nivel de sensibilidad en el área de influencia biótica y considerando las siguientes:
 - (i) Zonas protegidas o de protección a nivel internacional, nacional y regional
 - (ii) Zonas en protección a nivel local
 - (iii) Cobertura vegetal
 - (iv) Hábitat para fauna
- **Áreas de producción económica:** Se evalúan las Áreas de producción económica identificando la presencia y el nivel de sensibilidad en el área de influencia social y considerando las siguientes:
 - (i) Concentración de actividades comerciales
 - (ii) Áreas de actividad económica reglamentarias
- **Áreas de importancia social:** Se evalúan las Áreas de importancia social identificando la presencia y el nivel de sensibilidad en el área de influencia social y considerando las siguientes:
 - (i) Asentamientos humanos. Uso del suelo reglamentario
 - (ii) Infraestructura física y social. Usos y oferta
 - (iii) Importancia histórica y cultural

Las anteriores unidades de análisis del territorio son agrupadas en cada medio de acuerdo con los factores que involucra, de tal forma que su integración corresponda como lo requiere la autoridad ambiental a la zonificación por medios: abiótico o físico, biótico y socioeconómico.

- **Zonificación física o abiótica:** entendida como el proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas de acuerdo con factores físicos. En la presente zonificación agrupa las Áreas de recuperación ambiental y las Áreas de riesgo.
- **Zonificación biótica:** entendida como el proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas de acuerdo con factores bióticos. Corresponde en la presente zonificación a la categoría de Áreas de especial importancia ecológica.
- **Zonificación socioeconómica:** Corresponde al proceso de sectorización de un área compleja en áreas relativamente homogéneas de acuerdo a factores socioeconómicos, étnicos y culturales. Agrupa para el presente análisis las áreas de producción económica, las áreas de importancia social

2.6.2.2. Categorías de análisis de la sensibilidad ambiental

Se parte de considerar el ambiente como la conjunción de todos sus componentes físico, biótico y social, cuyas particulares dinámicas permiten definir la sensibilidad ambiental del territorio, definiendo un gradiente que va desde muy baja sensibilidad o potencialidad ambiental frente a una intervención hasta muy alta sensibilidad o llamado también aquí como Fragilidad ante una intervención, con tres niveles intermedios de sensibilidad, de acuerdo con la definición y descripción que se presenta a continuación y que se visualiza en la Figura 1. Estos rangos se definen en función de su sensibilidad ambiental; es decir, de la susceptibilidad que tienen los componentes ambientales a ser deteriorados ante la incidencia de determinadas actuaciones, que afectan alguna o algunas de las variables abióticas, bióticas y sociales y responden a los requerimientos establecidos en los términos de referencia aplicables para este proyecto (TdeR ET05) y en la MGEPEA.

Áreas con muy alta sensibilidad o áreas ambientalmente frágiles: para los medios abiótico y biótico, un área ambientalmente frágil corresponde al espacio geográfico que, en función de las características inherentes de los componentes físicos y bióticos y sus procesos presentan la más alta susceptibilidad a la transformación. Lo anterior se traduce en que, presentan una capacidad de carga limitada y por lo tanto pueden llegar a un estado de no retorno ante una intervención natural o antrópica. Se incluyen dentro de esta categoría las áreas para las cuales el Estado ha emitido un marco jurídico especial de protección.

Por otra parte, para el medio socioeconómico, la fragilidad representa alto grado de vulnerabilidad de las comunidades (utilizando los criterios de vulnerabilidad definidos por el CELADE y Kazman - 1999), con externalidades para las cuales, sin el apoyo decidido de una inversión social sostenible, probablemente no habría superación de la condición actual. Por lo anterior, un área ambientalmente frágil tiene intrínseca la posibilidad de modificación de sus condiciones actuales, lo que puede representar oportunidades para el elemento o atributo del ambiente en análisis.

Niveles intermedios de sensibilidad (Áreas con Alta, Media y Baja sensibilidad ante una intervención): se definen en esta metodología como los espacios geográficos que en función de las características inherentes de sus factores y componentes tiene la capacidad para asimilar -en mayor o menor grado- transformación o cambios que resultan de las actividades antrópicas o de los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente, sin que su condición llegue a deteriorarse hasta alcanzar o sobrepasar un estado límite, pudiendo retornar -con mayor o menor facilidad- al estado inicial u original. Los ecosistemas naturales pueden amortiguar niveles de disturbios mediante procesos homeostáticos naturales; los sistemas sociales presentan una mayor o menor capacidad adaptativa dependiendo del nivel de organización y cohesión social que presenten. También comprenden aquellas áreas en las cuales el Estado ha establecido la posibilidad de intervención con algún tipo de regulación general para su cuidado, regulaciones que deben ser acatadas en dicha intervención. Por lo anterior y a manera de síntesis, son aquellas que tienen la posibilidad de soportar niveles de intervención con modificaciones en su composición y dinámica, modificaciones que pueden ser revertidas con subsidios asociados a manejos ambientales. En la escala de sensibilidad se han establecido tres grados intermedios de **sensibilidad: alta, media y baja**, de acuerdo con el grado de transformación o cambio que pueda sufrir el territorio con la intervención.

Área con muy baja sensibilidad o con potencialidad frente a una intervención: Corresponde a aquellas áreas en donde por las características inherentes de los factores y de los componentes de cada medio, presentan la menor susceptibilidad a la transformación o cambio que resulta de las actividades antrópicas o de los procesos de desestabilización natural que experimenta el ambiente. Estas áreas permiten la intervención productiva, siempre y cuando sea adelantada con el manejo ambiental requerido, enmarcado dentro de adecuadas prácticas constructivas y atendiendo el principio de precaución. (Figura 9)



Figura 11. Rango de clasificación de la sensibilidad ambiental
Fuente: UT MOVIUS, 2022

En la Figura 11 se muestra que el grado de afectación es mínimo en la categoría de Muy Baja Sensibilidad (Potencialidad ante una intervención) y es máximo en la categoría de Muy Alta Sensibilidad (Fragilidad ante una intervención), mientras que la capacidad de recuperación ante cargas adicionales es inversa, desde muy alta capacidad de recuperación en la categoría de Muy Baja Sensibilidad (Potencialidad ante una intervención) hasta llegar a un punto de no retorno, en la categoría de Muy Alta Sensibilidad (Fragilidad ante una intervención).

2.6.2.3. Procedimiento para zonificación ambiental - Metodología

El proceso de zonificación ambiental considera los siguientes pasos:

Definición de los factores - atributos de zonificación

Paso 1. Identificación, desde cada medio o componente del ambiente, de los factores que aportan en la identificación de la sensibilidad del territorio.

Paso 2. Identificación y especialización de las áreas analizadas en línea base para cada uno de los factores seleccionados en cada medio (abiótico, biótico y socioeconómico) como importantes para definir la sensibilidad del territorio.

Categorización de la sensibilidad

Paso 3. Establecimiento de las categorías de sensibilidad correspondientes a cada uno de los factores/atributos en análisis (Migración de atributos temáticos hacia atributos de sensibilidad).

Paso 4. Especialización de cada área, factor y medio en función de su nivel de sensibilidad.

Paso 5. Primer panel de especialistas ⁽¹⁰⁾. Evaluación conjunta de los resultados individuales de sensibilidad para los factores / atributos del ambiente utilizados en la zonificación.

Superposición de información temática y obtención de planos intermedios

Paso 6. Obtención de los mapas de zonificación para las seis categorías de análisis de la sensibilidad ambiental establecidas, a partir de la superposición de los mapas de zonificación por temática específica para cada factor del ambiente

¹⁰ Se considera "especialistas" al grupo de profesionales expertos en cada temática individual y que está participando en la elaboración del Estudio.

Paso 7. Segundo panel de especialistas. Evaluación conjunta de los resultados de sensibilidad obtenidos para las seis categorías de análisis de la sensibilidad ambiental

Paso 8. Obtención de los mapas de zonificación ambiental para los tres medios (Abiótico, Biótico y Socioeconómico) a partir de la superposición de los mapas de zonificación por categorías de sensibilidad ambiental.

Superposición de planos intermedios y obtención del plano final de zonificación ambiental

Paso 9. Obtención del mapa de zonificación ambiental

Paso 10. Tercer panel de especialistas. Evaluación conjunta de los resultados de sensibilidad obtenidos para la zonificación ambiental del territorio.

Estos pasos se detallan a continuación.

2.6.2.3.1. Definición de los factores - atributos de zonificación.

Paso 1. El primer paso de la metodología consiste en identificar, desde cada medio o componente del ambiente, los factores¹¹ que aportan en la identificación de la sensibilidad del territorio, en relación con las condiciones particulares del territorio en análisis. Estos factores para el análisis de la zonificación en cada medio (abiótico, biótico y socioeconómico) están acordes con los Términos de referencia específicos para el proyecto, con los lineamientos y conceptos claves referenciados en la Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales de 2018 para la caracterización de línea base y con las definiciones y conceptos presentados en este documento.

Paso 2. Se identifica y espacializa el área analizada en línea base para cada uno de los factores seleccionados en cada medio (abiótico, biótico y socioeconómico) como importantes para definir la sensibilidad del territorio. De esta manera se acoge el mapa temático correspondiente y en él se definen con claridad los atributos o condiciones de caracterización que lo definen.

En la siguiente tabla 31 se presentan de manera didáctica algunos ejemplos de los factores y condiciones de caracterización para algunas áreas de zonificación, para los tres medios.

Tabla 32. Ejemplos de definición de factores – atributos por unidad de zonificación

Medio	Unidad de análisis de zonificación	Factor	Condiciones caracterización / Atributo
Abiótico	Áreas susceptibles a eventos amenazantes de origen hidrometeorológico y/o geológico	Susceptibilidad a inundaciones	Riesgo alto de inundación
			Riesgo bajo de inundación
			No susceptible a inundación
Biótico		Coberturas vegetales	Vegetación secundaria y/o en transición

¹¹ La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA- define "Factor" estableciendo que "Los componentes tienen una serie de atributos que se denominan Factores. Por ejemplo, un factor del componente hidrológico puede ser el volumen de agua y otro más el caudal" (MADS, 2018). La Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales de 2018 lo define como: "atributo de un componente ambiental que puede ser descrito mediante parámetros."

Medio	Unidad de análisis de zonificación	Factor	Condiciones caracterización / Atributo
	Áreas de especial interés ambiental		Mosaico de pastos con espacios naturales
			Mosaico de pastos y cultivos
Socioeconómico	Áreas de producción económica	Establecimientos comerciales	Tipo micro y pequeña empresa
			Tipo mediana empresa

Fuente: UT MOVIUS, 2022

2.6.2.3.2. Categorización de la sensibilidad

Paso 3. Identificados en los pasos anteriores las áreas con las que se realizará la zonificación ambiental para cada medio y los factores para cada una de estas áreas, en este paso se establecen las categorías de sensibilidad correspondientes a cada uno de los factores/atributos en análisis, aclarando que cada uno de estos factores o atributos del ambiente han sido previamente analizados y especializados en la caracterización de línea base. De esta forma, el paso a seguir en esta metodología es migrar esta condición de caracterización hacia una categoría de sensibilidad ambiental.

Las categorías de sensibilidad que se utilizan corresponden a un rango de sensibilidad que va desde una potencialidad hasta una fragilidad ante la intervención, pasando por tres grados intermedios de sensibilidad (sensibilidad baja, sensibilidad media y sensibilidad alta), tal como se presenta en la Tabla 32.

Tabla 33. Categorías de sensibilidad establecida en la Zonificación Ambiental

Categoría de sensibilidad para zonificación	
	Muy Alta Sensibilidad - Fragilidad ante una intervención
	Alta sensibilidad
	Mediana sensibilidad
	Baja sensibilidad
	Muy Baja Sensibilidad - Potencialidad frente a una intervención

Fuente: UT MOVIUS, 2022

Para cada uno de los factores analizados se asigna la categoría de sensibilidad correspondiente por parte del especialista, categoría que responde al nivel de “resistencia” que ofrece el factor al cambio ante disturbios externos.

La categoría de sensibilidad resulta de la aplicación de criterios que cada especialista define de acuerdo con el entendimiento de cada área, de la normatividad ambiental vigente y de la respuesta de cada componente a la intervención. Estos criterios empleados para establecer los niveles o categorías de sensibilidad se exponen a lo largo del documento en los apartes en donde se describen cada uno de los temas y de las áreas.

Paso 4. Una vez establecidos los criterios para las categorías o niveles de sensibilidad, se realiza la espacialización de cada área, factor y medio en función de su nivel de sensibilidad y se calculan los porcentajes y hectáreas, en relación con el área de influencia correspondiente. En este paso se presenta de manera resumida la condición del atributo identificado en la línea base y las consideraciones utilizadas para asignarle la categoría de sensibilidad, tal como se presenta en el ejemplo de la Tabla 33 Se indica en cada tema la condición de caracterización establecida para asignar la categoría de sensibilidad.

Tabla 34. Ejemplo de determinación de categorías de sensibilidad para los factores – atributos definidos

Medio	Área o unidad de zonificación	Factor / Atributo	Condición de caracterización	Categoría de sensibilidad para zonificación
Abiótico	Áreas susceptibles a eventos amenazantes de origen hidrometeorológico y/o geológicos	Susceptibilidad a inundaciones	Riesgo alto de inundación	Alta sensibilidad
			Riesgo bajo de inundación	Baja sensibilidad
			No susceptible a inundación	Potencialidad
Biótico	Áreas de Especial Interés Ambiental	Coberturas vegetales	Vegetación secundaria y/o en transición	Alta sensibilidad
			Mosaico de pastos con espacios naturales	Mediana sensibilidad
			Mosaico de pastos y cultivos	Baja sensibilidad
Socioeconómico	Áreas de producción económica	Establecimientos comerciales	Tipo micro y pequeña empresa	Alta sensibilidad
			Tipo mediana empresa	Mediana sensibilidad

Fuente: UT MOVIUS, 2022

2.6.2.3.3. Superposición de información temática y obtención de planos intermedios.

Paso 5 y 6 Una vez categorizados los factores y sus atributos desde su sensibilidad ambiental y obtenida la zonificación para cada mapa temático (factor), se realiza superposición de la información temática, utilizando sistemas de información geográfica (SIG) mediante el cruce y solapamiento de capas de categoría de sensibilidad (álgebra de mapas) para cada factor analizado. Lo anterior siguiendo lo requerido en los términos de referencia y en la *Metodología* general para la elaboración y presentación de estudios ambientales de 2018 en donde se indica “La sensibilidad del área de influencia debe ser el resultado de la agregación de la sensibilidad ambiental de los factores que constituyen los componentes ambientales de los medios abiótico, biótico y socioeconómico.”

Los niveles y categorías de sensibilidad y el resultado de su superposición o agregación se muestran en la Tabla 31. Al final de la descripción del paso 7 se describen los criterios utilizados para establecer el resultado de los cruces o agregaciones de los niveles de sensibilidad.

Las áreas indicadas en los Términos de Referencia ET05 y que en términos de la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales de 2018 son aquellas “... cuyas características las hacen sensibles a fenómenos naturales y antrópicos, que conviene delimitar y analizar, para establecer la zonificación ambiental:” son las indicadas a continuación y cuya agrupación genera un mapa que sintetiza la información de las áreas que la integran.

La superposición o agregación de las áreas genera como resultado seis mapas, los cuales se presentan en la Figura 12.

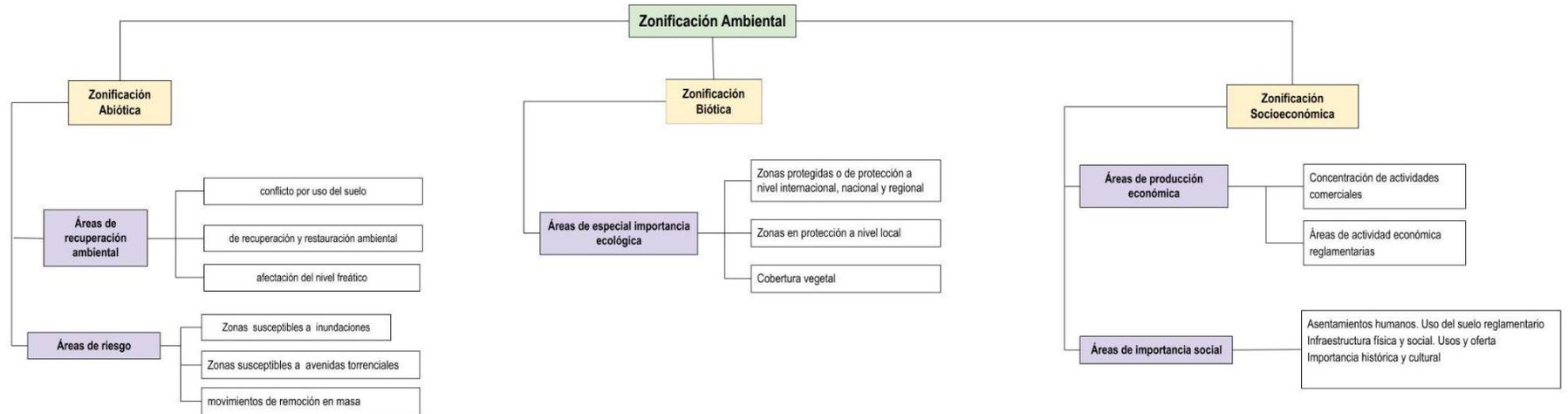


Figura 12. Algebra de mapas
Fuente UT MOVIUS, 2022

Mapa 1. Áreas de recuperación ambiental o en las que se prevé adelantar acciones de recuperación ambiental y áreas con conflicto por uso del suelo.

- Conflicto por usos de suelo.
- Áreas de recuperación ambiental y restauración ambiental.
- Nivel freático

Mapa 2. Áreas de riesgo

- Zonificación susceptibilidad y amenaza remoción en masa
- Riesgo de avenidas - Torrencialidad
- Riesgo de inundaciones: - Inundación

Mapa 3 Áreas de Especial Interés Ambiental (AEIA) Se obtiene de la superposición de los mapas relacionados, los cuales corresponden en el presente estudio a los mapas de sensibilidad producto de la migración de atributos desde los mapas de:

- Zonas protegidas o de protección a nivel internacional, nacional y regional
- Zonas en protección a nivel local
- Cobertura vegetal
- Hábitat para fauna

Mapa 4. Áreas de producción económica

- Concentración de actividades comerciales
- Áreas de actividad económica reglamentada

Mapa 5. Áreas de importancia social

- Asentamientos humanos. Usos del suelo reglamentados
- Infraestructura física y social. Usos y oferta
- Importancia histórica y cultural

Para cada unidad de zonificación se incluyen las áreas y los factores identificados en la caracterización del área de influencia del proyecto.

Paso 7. Integración de la información de zonificación por Medios: Como se indicó en el paso 5, de acuerdo con la información de cada área indicada en la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales de 2018, estas se agrupan en cada uno de los Medios (abiótico, biótico y socioeconómico) de acuerdo con la información contenida en la caracterización (línea base) de cada medio.

Dicho de otra forma, los temas desarrollados en cada uno de los medios y que alimentan la información de los grupos de áreas indicadas en la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales de 2018, son los que una vez agrupados reflejan la zonificación ambiental por medios.

Estos mapas se cruzan con el apoyo de la herramienta ArcGis, mediante álgebra de mapas, tal como se presenta en la Tabla 34. El criterio utilizado para establecer el resultado de los cruces o de la agregación de los mapas, es que la categoría de mayor sensibilidad prima sobre las demás. Es decir que, la fragilidad prima sobre las demás categorías, la sensibilidad alta sobre las más bajas a excepción de la fragilidad; el criterio para obtener los resultados de los cruces se representa en la Tabla 34.

El mayor nivel de sensibilidad prevalece sobre la calificación de sensibilidad dada para la misma área por otros medios, componentes o factores. Para efectos de la representación de los niveles de sensibilidad en mapas, se utilizan los colores de rojo a verde, representando el rojo la fragilidad (mayor nivel de sensibilidad) y el verde la potencialidad (menor nivel de sensibilidad) y en colores intermedios los otros niveles de sensibilidad, como se muestra en la Tabla 31.

Tabla 35. Matriz de superposición para obtención de zonificación

	Muy Baja Sensibilidad o Potencialidad (MBS / P)	Baja sensibilidad (BS)	Mediana Sensibilidad (MS)	Alta Sensibilidad (AS)	Muy Alta Sensibilidad o Fragilidad (MAS / F)
Muy Baja Sensibilidad o Potencialidad (MBS / P)	MBS / P	BS	MS	AS	MAS / F
Baja sensibilidad (BS)	BS	BS	MS	AS	MAS / F
Mediana Sensibilidad (MS)	MS	MS	MS	AS	MAS / F
Alta Sensibilidad (AS)	AS	AS	AS	AS	MAS / F
Muy Alta Sensibilidad o Fragilidad (MAS / F)	MAS / F	MAS / F	MAS / F	MAS / F	MAS / F

Fuente: UT MOVIUS, 2022

De este ejercicio resulta un mapa por cada una de las seis categorías referidas. Estos mapas corresponden dentro de la metodología a mapas intermedios, los cuales, para el entendimiento del proceso, son presentados como figuras y son la base para la obtención de la zonificación ambiental de cada uno de los medios, como se registra en los siguientes pasos.

2.6.2.3.4. Segunda superposición de mapas.

Paso 8. Una vez obtenidos los mapas intermedios (mapas de las áreas establecidas para cada uno de los medios) se realiza la superposición de estos generando un mapa para cada medio: abiótico, biótico y socioeconómico. Posteriormente, se realiza el traslape de los mapas de los tres medios y se genera un mapa final de zonificación. Este procedimiento se observa en la Figura 13:

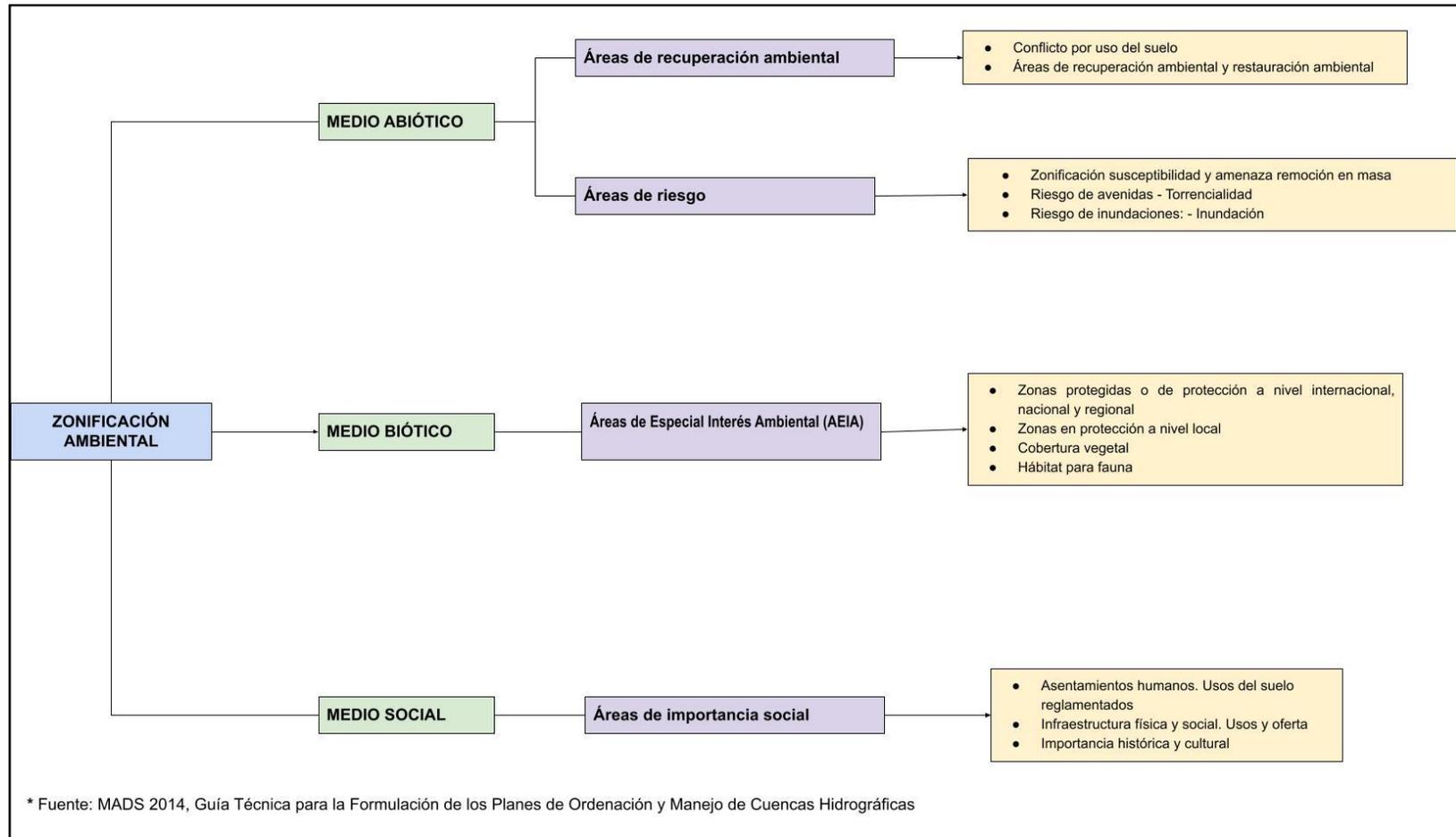


Figura 13. Ejemplo obtención de la sensibilidad ambiental en el territorio del área de influencia del proyecto
Fuente: UT MOVIUS, 2022

2.6.2.3.5. Taller de especialistas

Paso 9. Una vez generada la zonificación ambiental del territorio mediante el procedimiento de superposición de mapas, se realiza un taller entre los especialistas que han participado en la construcción de la línea base y en la elaboración de la zonificación ambiental, con la finalidad de revisar conjuntamente el resultado generado en la superposición de mapas. De no responder a los resultados de la evaluación conjunta, se identifica cual es factor, el atributo, el criterio utilizado para establecer el nivel o la categoría de sensibilidad dado y que está generando dudas y se evalúa su pertinencia en el análisis conjunto para corroborar o replantear el análisis realizado. De ser necesario, se vuelve a correr la superposición de mapas, una vez ajustado el valor de sensibilidad que genera incoherencia.

2.6.2.3.6. Presentación de los resultados.

Paso 10. Como resultado del proceso se obtiene la espacialización de la sensibilidad ambiental para el área de influencia de cada medio y la sensibilidad ambiental conjunta para el territorio. Esta espacialización de áreas se presenta tabulada y cartografiada -en formato plano- para cada uno de los medios (abiótico, biótico y socioeconómico) y para la zonificación ambiental final del área de influencia. Los mapas resultantes de la migración de atributos desde los mapas temáticos y los mapas de las unidades de sensibilidad (mapas intermedios) se presentan en el documento como figuras dentro del texto (imágenes de contextualización) y se anexan para mejor visualización

Teniendo en cuenta que la sensibilidad del área de influencia es el resultado de la agregación de la sensibilidad ambiental de los factores definidos en cada uno de los componentes ambientales de los medios abiótico, biótico y socioeconómico se describen, para comprensión del producto final, los atributos de las unidades de zonificación que han generado la condición de sensibilidad en cada medio, así como en la zonificación final. Se referencian los planos (intermedios y final) en donde se especializa la zonificación resultante.

Dado que las áreas de influencia difieren para cada medio, no toda la información es requerida en todo el territorio. Esto quiere decir que habrá zonas del territorio del AI del Proyecto que tendrán la información de un medio pues no es área de influencia de los otros dos medios. En la Figura 14 se presenta una explicación gráfica de lo anterior.

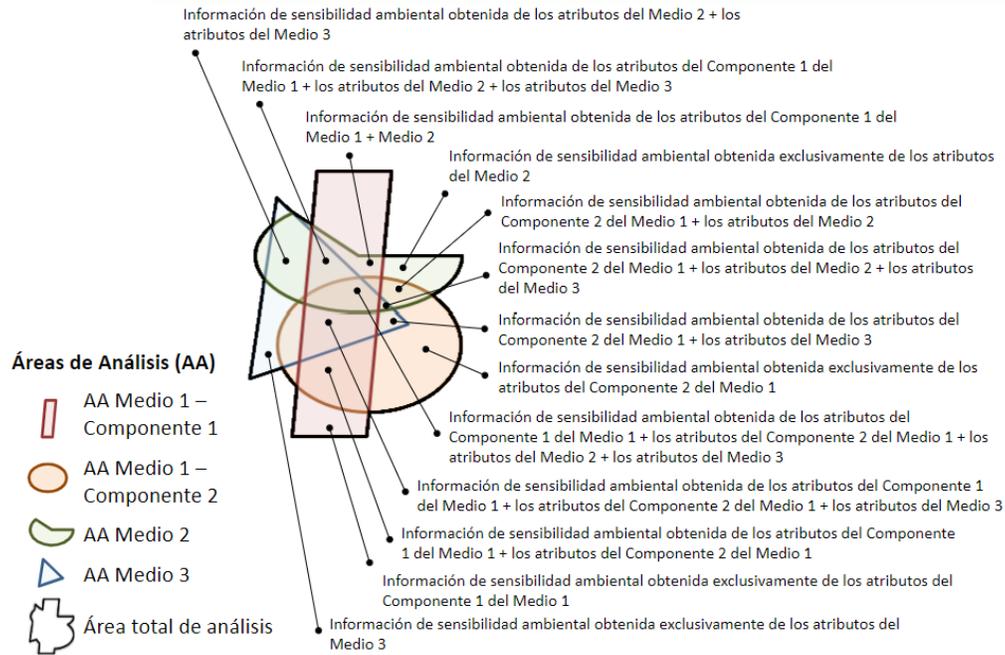


Figura 14. Explicación gráfica de la superposición de información de sensibilidad.
Fuente: UT MOVIUS, 2022

2.6.3. Demandas

2.6.3.1. Aguas superficiales y subterráneas.

Para el desarrollo del proyecto en la etapa de construcción, operación y mantenimiento, no se requiere la captación de agua de cursos superficiales o subterráneos naturales. La provisión de agua para el desarrollo de las actividades del proyecto se realizará en la obra mediante el aporte de agua procedente de la infraestructura de captación y distribución ya instalada de la Empresa de Acueducto, Aseo y Alcantarillado de Bogotá E.S.P, en el área de influencia, adicionalmente si se necesita obtener el servicio de agua en bloque el mayor proveedor y principal es la Empresa de Acueducto, Aseo y Alcantarillado de Bogotá E.S.P.

2.6.3.2. Vertimientos

En el desarrollo del proyecto L2MB, no se contemplan vertimientos a cuerpos de aguas superficiales ni al suelo.

2.6.3.3. Ocupación de cauce

En el desarrollo del proyecto L2MB, no se contempla la solicitud de un PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE debido a que no se afectará de ninguna manera ningún cuerpo de agua lótico o léntico que se encuentre en el área de influencia del proyecto. Se resalta que, en caso de requerirse algún permiso de ocupación de cauce, el contratista deberá solicitar los permisos de Ocupación de Cauce que se requieran para la ejecución de las actividades.



2.6.3.4. Aprovechamiento Forestal



Se incluye la información que sustenta la solicitud del permiso de aprovechamiento forestal en el área de intervención del proyecto, con el fin de precisar el manejo silvicultural de los individuos arbóreos y sus respectivas medidas compensatorias.

2.6.3.5. Recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad

Se presentan los requisitos necesarios para obtener el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad, necesario para la implementación del PMAS en donde se requiera la colecta, manipulación, rescate o traslado de organismos bióticos.

2.6.3.6. Emisiones atmosféricas

En cuanto a las emisiones atmosféricas no será necesario tramitar permiso de emisiones atmosféricas. Sin embargo, en caso que el contratista requiera instalar plantas de concreto, asfalto y trituradoras tendrá que adelantar los trámites de emisiones atmosféricas correspondientes ante la Autoridad Ambiental competente en los casos que haya lugar.

Sin embargo, se identificarán las fuentes de emisión móviles y fijas que se generen por la ejecución de las actividades del Proyecto, de acuerdo con los términos de referencia ET-05.

2.6.3.7. Materiales de Construcción

Para los materiales de construcción del Proyecto Línea 2 Metro de Bogotá no requiere el aprovechamiento directo de fuentes de materiales por parte del contratista de obra, estos serán suministrados por proveedores que cuenten con planes de manejo y/o licencia ambiental aprobados por la autoridad ambiental correspondiente y con los permisos de explotación minera vigentes. Todos los documentos deben encontrarse con vigencia al día y durante el período de los trabajos deberá ir prorrogando antes de la fecha de vencimiento.

Sin embargo, en el Capítulo 7. USO DE RECURSOS NATURALES se explica con total detalle todo lo relacionado con este tema, todo con base a lo solicitado en los ET-05.

2.6.3.8. Generación de RCD

Se determina que el volumen de residuos generados por excavación y demolición por las actividades de construcción para la Línea 2 del Metro de Bogotá corresponde a 3.107.122 m³ de acuerdo con la Tabla 35.

Tabla 36. Cantidades de excavación y demolición.

Ítem		Volumen (m3)
EXCAVACIONES		
1	Excavación estaciones subterráneas y obras complementarias	1.541.015
2	Excavación túnel y obras complementarias	1.173.854
3	Excavación fundaciones estación elevada e11	2.549
4	Excavación fundaciones viaducto	9.652
5	Excavación patio taller	298.225
6	Excavación vías	81.827
TOTAL, EXCAVACIONES (m3)		3.107.122

Fuente: UT MOVIUS 2022.

La gestión de los residuos de construcción y demolición se realizará teniendo en cuenta la normativa ambiental aplicable para la ciudad de Bogotá en materia de RCD (Resolución 1257 de 2021).

2.6.3.9. Residuos Sólidos Convencionales.

Los residuos sólidos que se generarán por la construcción del proyecto estarán compuestos por residuos convencionales y peligrosos, provenientes de los diferentes frentes de obra. Los residuos convencionales se originan por las actividades humanas dentro de los frentes de obra y se componen principalmente por desechos orgánicos, vasos desechables y empaques de plástico o de icopor.

La descripción anterior se debe tener en cuenta para la separación y clasificación de los residuos en la fuente, de igual manera aquella que se encuentra definida en la Resolución 1344 de 2020 la cual entró en vigencia a partir del 1 de enero de 2021, adicionalmente se tendrán en cuenta todos los parámetros y lineamientos establecidos en el ET-05.

2.6.4. Evaluación de Impactos

2.6.4.1. Identificación y evaluación de impactos

La evaluación de impactos se desarrolla mediante una metodología construida por INGETEC S.A.S. en un proceso de maduración y actualización de más de 20 años y que ha sido utilizada en Estudios de Impacto Ambiental de proyectos de diferentes sectores productivos (energía, minería, vías, infraestructura, entre otros).

Esta metodología recoge, adapta y da cumplimiento a lo establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. El método integra definiciones y conceptos de metodologías de INGETEC S.A.S., utilizadas en múltiples estudios (muchos de ellos licenciados y construidos). De igual modo, el método integra definiciones y conceptos de Vicente Conesa Fernández y Jorge Alonso Arboleda González, aunque introduciendo variaciones en los procedimientos y enfoques de acuerdo con las consideraciones y análisis de expertos de la firma.

La estructura del método de INGETEC está conformada por cuatro secciones temáticas: dos secciones descriptivas, correspondientes a la Identificación del impacto (Sección 1) y a la Descripción y Caracterización del impacto (Sección 2). La Sección 3 califica el impacto y en la Sección 4 se analizan las posibilidades de manejo del impacto.

Para la calificación del impacto (Sección 3), la metodología define un índice conformado por siete parámetros (P) o indicadores claves que determinan el comportamiento y la capacidad de afectación de los impactos sobre el entorno natural y social y, de manera específica, sobre los elementos y sujetos afectados. El índice se denomina Significancia (SG) y es un índice de afectación neta del Impacto, pues se espera, en el escenario con proyecto, tener en cuenta la influencia de los impactos acumulativos, los impactos sinérgicos y la medición de los cambios (sin ningún parámetro atenuante de manejo). Los parámetros utilizados en la sección de calificación son: i) Clase –CL– (Naturaleza del impacto); ii) Duración –DU–; iii) Extensión –EX–; iv) Magnitud Relativa –MR–; v) Incertidumbre –INC– Incertidumbre del grado de la Afectación; vi) Vulnerabilidad –NV– Capacidad de asimilación del cambio en el Sujeto, Objeto o Elemento Expuesto; ii) Acumulación –AC– Relación sistémica de las afectaciones o cambios (para el escenario CON proyecto) o Tendencia –TE– (para el escenario SIN Proyecto); viii) Sinergia –SI– y ix) Significancia –SG– correspondiente a la calificación resultado de la aplicación de la fórmula (suma ponderada) de los parámetros anteriores.

El Índice de Significancia (SG) expresa una suma ponderada de los parámetros (P) que se utilizan en la medición del impacto con el fin obtener una calificación total o de síntesis que indica la importancia del impacto y que permite su clasificación y jerarquización entre las categorías “Muy significativos”, “Significativos”, “Moderadamente Significativos” y “Poco Significativos”, con el fin de definir el área de influencia del Proyecto así como la priorización y direccionamiento de la planeación de las medidas de manejo, las cuales incluyen, desde luego, el análisis de todos los impactos.

En línea con lo establecido por la ANLA (2018), se resalta la importancia que se da en esta metodología a los impactos sinérgicos y acumulativos, cuyo análisis hace parte de los nueve parámetros que conforman la calificación de Significancia, la cual a su vez determina los impactos que serán base para la determinación del área de influencia del proyecto.

La Metodología completa elaborada por INGETEC se presenta como anexo a este capítulo (ver Anexo 2-1. Metodología para la identificación y evaluación de impactos), consistente en un documento base y seis anexos al mismo.

2.6.4.2. Riesgos

En el presente numeral se presenta la metodología para la Identificación, evaluación y análisis de las condiciones de riesgo del proyecto, que pueden generar daños y pérdidas a su entorno.

La valoración del riesgo incluye la identificación del riesgo, el análisis del riesgo y la evaluación del riesgo, de acuerdo con la Ley 1523 de 2012, que está alineada con lo desarrollado en el capítulo 12. PLAN DE GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES.

Partiendo del hecho, que este proyecto corresponde a la L2MB, el análisis de riesgos involucra los efectos de la materialización de las amenazas naturales, antrópicas y siconaturales sobre la infraestructura expuesta y las operacionales derivadas de las actividades propias que se llevarán a cabo durante las distintas actividades del Proyecto, que puedan conducir a la ocurrencia de efectos ambientales, sociales o sobre la infraestructura del proyecto no previstos. En caso de ser necesario se incluye el monitoreo del riesgo y la comunicación de este.

Los elementos que se utilizaron para el desarrollo del conocimiento del riesgo, parten de la recopilación de información hasta obtener el análisis y evaluación del riesgo, para lo cual se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Contextualización de la infraestructura y actividades propias del Proyecto
- Recopilación de información de la caracterización del capítulo 5 (Caracterización del área de influencia abiótico, biótico y socioeconómico del presente EIAS), la red hidrográfica, la identificación de áreas susceptibles a inundaciones y avenidas torrenciales, áreas susceptibles a procesos de remoción en masa, cobertura vegetal y ecosistemas estratégicos; receptores sensibles, vías e infraestructura social.
- Descripción de la metodología utilizada para el análisis y evaluación de riesgos
- Identificación y caracterización de las amenazas, identificación de posibles escenarios críticos de riesgos asociados a la infraestructura y operación del Proyecto, definición de los elementos vulnerables, áreas de afectación y análisis de los riesgos.

Lo anterior a partir de lo dispuesto en la Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en seguridad y salud ocupacional - GTC 45, ICONTEC, 2012.

2.6.4.3. Impactos acumulativos

Los impactos acumulativos son aquellos que resultan de los efectos sucesivos, incrementales y/o combinados de una acción, proyecto o actividad. Por lo tanto, la evaluación y gestión de los impactos acumulativos (EGIA) es esencial para la gestión de riesgos. Lo anterior debido a las crecientes presiones de factores de riesgo sistémicos tales como el cambio climático, la escasez de agua, el decline en la biodiversidad de especies, la degradación de los servicios ecosistémicos, y la modificación de la dinámica socioeconómica y poblacional, entre otros, conforme a lo indicado en la Norma de Desempeño (Evaluación y gestión de los riesgos e impactos ambientales y sociales) de la Política sobre Sostenibilidad Ambiental y Social de la Corporación Financiera Internacional (IFC). Para dicho análisis, se utilizó el "Manual de Buena

Práctica Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes" del IFC (2015). Esta metodología consiste en los siguientes pasos:

- Paso 1: Selección de los VEC
- Paso 2: Límites espaciales y temporales
- Paso 3: Análisis de otras actividades y factores externos
- Paso 4: Línea de base y tendencia de los VEC
- Paso 5: evaluación de impactos acumulativos sobre VEC
- Paso 6: evaluar la importancia de los impactos acumulativos previstos
- Paso 7: gestión de impactos acumulativos – diseño e implementación



2.6.5. Zonificación de manejo

La zonificación de manejo se desarrolla a partir de la zonificación ambiental del área, según la sensibilidad obtenida para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, teniendo en cuenta la evaluación de impactos para el Proyecto y la demanda de recursos naturales. Esta zonificación se realiza mediante la migración de atributos de sensibilidad establecidos en la zonificación ambiental hacia los atributos definidos para la zonificación de manejo.

Paso 1 Obtención de mapas intermedios de Zonificación de manejo

La migración, cuya representación gráfica se presenta en la Figura 15 se realiza para cada uno de los medios que configuran el ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico), obteniendo de esta manera los mapas de zonificación para cada uno de los medios (mapas intermedios de zonificación de manejo).

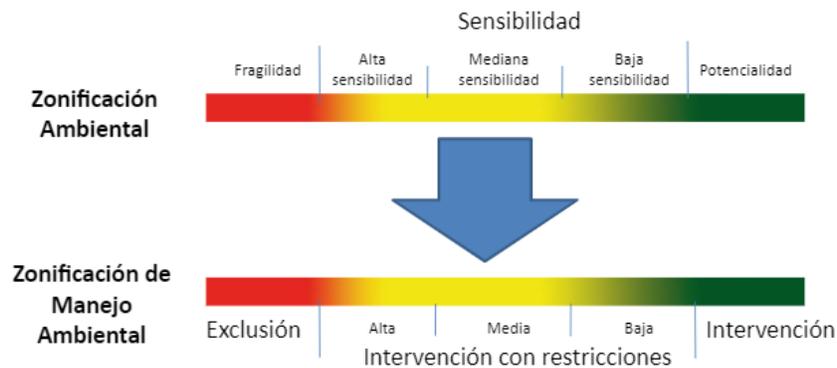


Figura 15. Migración de atributos desde la zonificación ambiental a la zonificación de manejo
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

A continuación, se detalla la migración específica de atributos de sensibilidad obtenidos en la zonificación ambiental para cada uno de los medios (mapas intermedios).

- Áreas de Exclusión

Las áreas de exclusión se identifican a partir de aquellas áreas definidas en la zonificación ambiental como áreas frágiles, tal como se presenta en la Figura 16

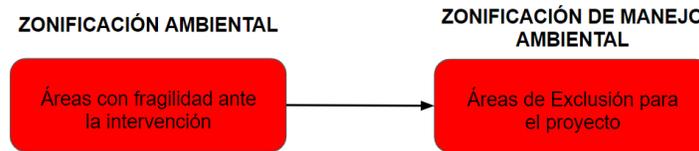


Figura 16. Migración de atributos desde la zonificación ambiental hacia Áreas de Exclusión en la zonificación de manejo
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Las áreas identificadas dentro de esta categoría de zonificación de manejo no podrán ser intervenidas por las actividades del Proyecto.

- Áreas de Intervención con restricciones

Se establecen tres categorías para áreas de intervención con restricciones:

- Intervención con restricciones altas.
- Intervención con restricciones medias.
- Intervención con restricciones bajas.

Estas áreas de intervención con restricciones corresponden metodológicamente, en términos generales, con las áreas establecidas como de alta, mediana y baja sensibilidad en la zonificación ambiental.

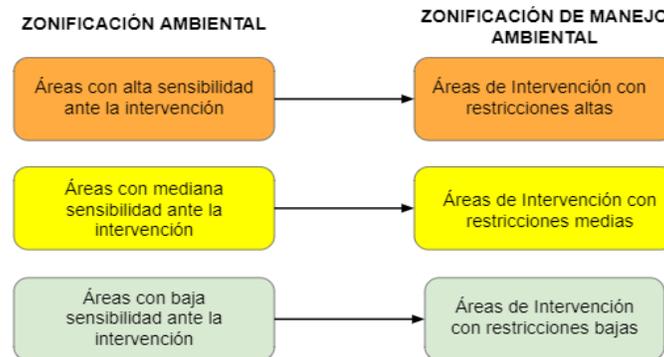


Figura 17. Migración de atributos desde la zonificación ambiental hacia Áreas de Intervención con restricciones en la zonificación de manejo
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

- Áreas de Intervención

Las áreas de intervención corresponden a las establecidas en la zonificación ambiental como Áreas con potencialidad ante la intervención (Figura 18). Para estas áreas no se establece ninguna restricción de manejo diferente a la implementación de adecuadas prácticas ambientales de ingeniería.

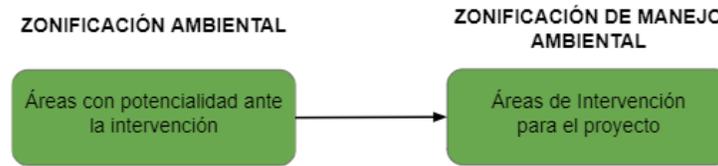


Figura 18. Migración de atributos desde la zonificación ambiental hacia categoría de intervención en la zonificación de manejo

Fuente: UT MOVIUS, 2022.

Paso 2. Obtención del mapa de zonificación de manejo para el proyecto

Una vez obtenidos los mapas intermedios, se realiza una superposición de los mismos, mediante el uso del programa ArcGis, para tener como resultado final el mapa de zonificación de manejo para el proyecto. Para esta superposición se utiliza el mismo criterio utilizado en la zonificación ambiental, en el que prima la condición más crítica sobre las demás al momento de realizar la superposición, en donde la condición de Exclusión prima sobre cualquiera de las otras dos condiciones, la condición de intervención con restricciones altas tiene un segundo nivel de primacía, la cual va disminuyendo a medida que se desciende en las categorías de manejo establecidas; es decir que la condición de exclusión en un punto específico del territorio en cualquiera de los mapas fuente se mantiene como de exclusión sobre las demás condiciones que presente es punto del territorio en los otros mapas. De no existir en ese punto del territorio la condición de exclusión, pasa a primar la siguiente condición de restricción de manejo, que es la de intervención con restricción alta o, en un tercer nivel, de no existir ninguna de las dos anteriores, la condición de restricción media, la de restricción baja o finalmente la de intervención.

Paso 3. Identificación de principales restricciones para intervención por el proyecto

Como paso final de esta metodología se identifican desde cada medio las restricciones ambientales identificadas para el territorio, los impactos potenciales allí identificados, lo mismo que la demanda de recursos naturales, a partir de las acciones específicas más relevantes a realizar para la inserción del proyecto en el mismo.

2.6.6. Plan de Manejo Ambiental y Social

El Plan de Manejo Ambiental y Social (PMAS) es el conjunto detallado de las medidas y actividades, que producto de una evaluación de impactos ambientales y sociales, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos que se causen por el desarrollo del proyecto.

El Plan de Manejo se construye con base en los ítems de objetivos, metas, indicadores, acciones, población beneficiada, tiempos de ejecución y costos; así mismo, se han tenido en cuenta los planteamientos de la Banca Multilateral con respecto a enfocar las acciones sobre la jerarquía de mitigación en la que se toma como primera medida evitar que el impacto suceda, en caso de que esto no ocurra minimizarlo o reducirlo, posteriormente mitigarlo y como última opción compensarlo, todas estas acciones enfocadas al logro de un efectivo desempeño ambiental y social.

Se busca que este proyecto sea ambiental y socialmente adecuado y sostenible a partir del diseño de unas acciones que permitan cumplir con las normas de desempeño o estándares de la Banca; estas acciones también van dirigidas a abordar en los casos que se requiera de manera diferenciada los enfoques de género y hacia grupos vulnerables que lo requieran. Incluyen de manera transversal aspectos de participación de partes interesadas previamente identificadas para el proyecto.

Por otra parte, en el marco de la implementación de la participación, en el diseño de las medidas de manejo presentadas en este capítulo, se tuvieron en cuenta las opiniones y recomendaciones de las partes afectadas (personas ubicadas en

el área especializada del impacto) y las partes interesadas (comunitarias e institucionales), sobre las acciones a tener en cuenta para los medios abiótico, biótico y socioeconómico, los escenarios se propiciaron en reuniones y talleres que se desarrollan al detalle en el capítulo 13 del Estudio de Impacto Ambiental.

Los planes de manejo aquí expuestos se enfocan fundamentalmente en controlar de una manera integral las causas del impacto para hacer más efectiva su implementación. La jerarquía de mitigación se desarrolló mediante la identificación de medidas para evitar, prevenir y reducir cualquier efecto adverso significativo, considerando si es necesario, remediar/compensar cualquier efecto residual sobre las personas, comunidades y trabajadores afectados por el proyecto, así como sobre el medio ambiente. En la siguiente figura se realiza una representación de la jerarquía de la mitigación en la cual se conceptualiza sobre las distintas acciones.

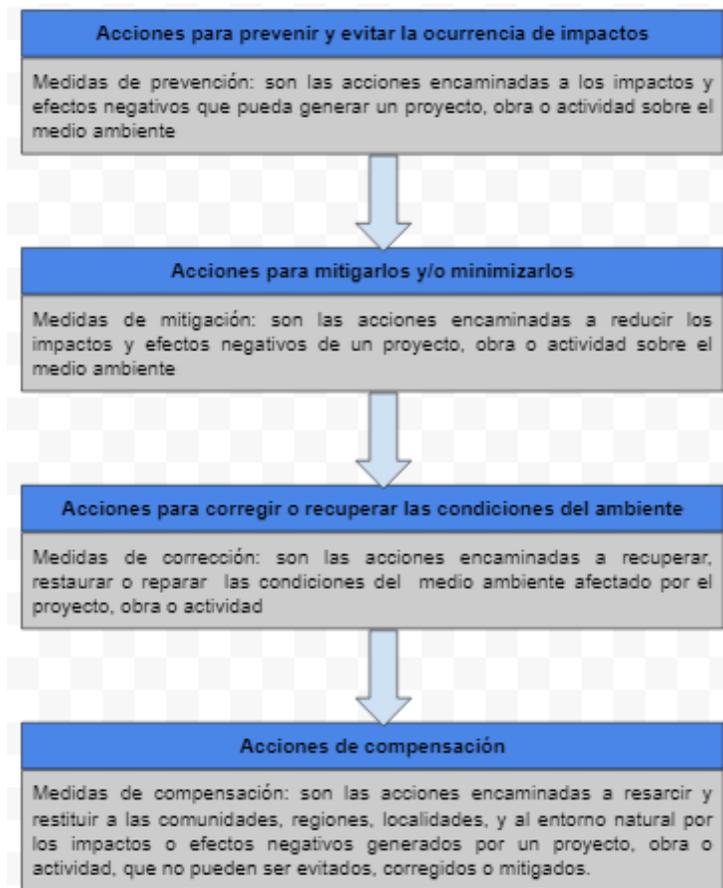


Figura 19. Jerarquía de mitigación de los planes de manejo

Fuente: UT MOVIUS 2022

Así mismo, este Plan de Manejo Ambiental y Social toma como cita, los términos de referencia ET 05 incluidos en la Convocatoria pública FDN – VE – CP – 07 - 2021 y a la Metodología para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales del año 2018 (adoptada mediante la Resolución 1402 de julio 25 de 2018), así como a lo estipulado en el Decreto 1076 de 2015. De acuerdo con lo anterior, el presente Plan de Manejo Ambiental y Social contiene:

- Los programas de manejo ambiental y social
- El plan de seguimiento y monitoreo
- Plan de Seguridad y salud en el trabajo
- El plan de gestión del riesgo
- Plan de compensación

Por otra parte, se incluyen los resultados de los procesos participativos con actores institucionales y sociales, realizados entre el 9 de diciembre de 2021 y el 20 de septiembre de 2022.

En la Tabla 36, se presenta el contenido que se desarrolla para cada una de los programas de manejo propuestos. El planteamiento de los programas será con base en la jerarquía del manejo de potenciales impactos identificados teniendo en cuenta como acciones a desarrollar lo siguiente: 1). Prevenir 2). Mitigar y/o minimizar, 3). Compensar.

Tabla 37. Contenido de las fichas de manejo

MEDIO (ABIÓTICO, BIÓTICO O SOCIAL)		
CÓDIGO DEL PROGRAMA		NOMBRE DEL PROGRAMA
1. OBJETIVOS		Foto asociada al impacto
Indica de manera general y específica la finalidad que se pretende desarrollar con la estrategia de manejo ambiental <ul style="list-style-type: none"> ● Generales ● Específicos 		
2. METAS		
Presenta las metas a alcanzar, indicándose la finalidad que se pretende desarrollar con la estrategia de manejo ambiental. Están relacionadas con los objetivos identificados		
3. ETAPA DEL PROYECTO EN LA QUE SE IMPLEMENTARÁ EL PROGRAMA		
Etapa preoperativa - Fase previa	Etapa preoperativa - Fase de Construcción	Etapa operativa - Fase de Operación y Mantenimiento
Se marca con una X la etapa en la cual se desarrollará la medida de manejo		
4. IMPACTOS AMBIENTALES A MANEJAR		
Está relacionado con el impacto provocado por las diferentes etapas del proyecto		
5. ACTIVIDADES GENERADORAS DEL IMPACTO		
Se relaciona las actividades generadoras del impacto, para cada etapa		

Etapa XX

•

Etapa XX

•

Etapa XX

•

6. TIPO DE MEDIDA

Prevención		Corrección	
Mitigación		Compensación	

7. MEDIDAS A DESARROLLAR Y RELACIÓN DE ACTIVIDADES PROPUESTAS A IMPLEMENTAR

Corresponde a la descripción de las medidas a desarrollar para el adecuado manejo de los impacto

Etapa XX

Etapa XX

Etapa XX

8. INDICADORES (Corresponde al establecimiento de los indicadores que mostrarán la eficacia, eficiencia y efectividad. Permiten hacer seguimiento a las metas propuestas para cada objetivo

Meta	Nombre del indicador	Forma de evaluación	Nivel de cumplimiento

9. LUGAR DE APLICACIÓN

Indica el (los) sitio(s) en los cuales se deben desarrollar las acciones de manejo ambiental y social

10. POBLACION BENEFICIADA (Aplica solo para el componente social)

11. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Acción	Etapa		
	Etapa preoperativa - Fase previa	Etapa preoperativa - Fase de Construcción	Etapa operativa - Fase de Operación y Mantenimiento

12. CUANTIFICACIÓN Y COSTOS

Establece el costo total. Los costos del programa de manejo que se detallan en el Capítulo 16

13. RESPONSABLE DE EJECUCIÓN

Se establece el responsable de la ejecución de la ficha de manejo ambiental

Elaboración: UT MOVIUS 2022

2.6.7. Plan de Seguimiento y Monitoreo

En cada ficha se presenta un programa de monitoreo y seguimiento - PMS que busca a evaluar la eficacia del manejo de uno o más impactos de acuerdo con las metas establecidas en el PMAS; los planes contienen: (i) acciones a desarrollar para obtener la información y/o los datos que permitan calcular los indicadores propuestos del PMAS; (ii) criterios utilizados para el planteamiento de cada indicador, tanto de cumplimiento como de efectividad ambiental; (iii) frecuencia de medición; (iv) justificación de la representatividad del indicador planteado.

A continuación, se describe el contenido de la ficha de seguimiento y monitoreo:

Tabla 38. Contenido ficha de seguimiento y monitoreo a los planes de manejo

Código	Nombre
1. OBJETIVO	Establece de manera específica y precisa el resultado que se pretende con la estrategia de seguimiento y monitoreo.
2. PLAN DE MANEJO ASOCIADO	Se indica el código y planes de manejo asociados
3. ACCIONES A DESARROLLAR	Medidas específicas que se adoptarán para efectuar el seguimiento y monitoreo a los planes de manejo propuestos.
4. INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN No. 1	Meta: son las propuestas en el plan de manejo
	Indicador: indicadores correspondientes a la meta
	Valor de referencia: establece los rangos de eficacia
	Frecuencia de medición: indica el tiempo de ejecución de las verificaciones y/o monitoreos planteados
5. INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN No.	Meta: son las propuestas en el plan de manejo
	Indicador: indicadores correspondientes a la meta
	Valor de referencia: establece los rangos de eficacia
	Frecuencia de medición: indica el tiempo de ejecución de las verificaciones y/o monitoreos planteados
6. LOCALIZACIÓN DEL SITIO DE SEGUIMIENTO O MONITOREO	Sitio, área o trayecto donde se aplicarán las medidas de seguimiento y monitoreo
7. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN	Indica el momento de aplicación del programa de seguimiento.
8. RESPONSABLE DE EJECUCIÓN	Establece las personas (naturales o jurídicas), encargadas de ejecutar, controlar, evaluar y/o de hacer el seguimiento y monitoreo planteado y mecanismos de coordinación entre los actores involucrados en el cálculo del indicador.

Código	Nombre
9. CUANTIFICACIÓN Y COSTOS	Establece el costo total.

Elaboración: UT MOVIUS 2022

2.6.8. Plan de Gestión del Riesgo

El plan de gestión del riesgo es una herramienta que se desarrolla como parte de un proceso de identificación, caracterización, evaluación y análisis de los riesgos asociados al proyecto L2MB y define los mecanismos de actuación frente a posibles situaciones de riesgo que puedan presentarse durante las distintas actividades del proyecto.

En consecuencia, el plan se enmarca en tres procesos. El primero es un proceso de conocimiento del riesgo, en el cual se identifican: hechos, acciones y/o actividades generadoras de riesgo, que pueden conducir a la ocurrencia de efectos no previstos dentro del normal funcionamiento y desarrollo del proyecto. El segundo, es el proceso de reducción del riesgo que contempla medidas correctivas y prospectivas dirigidas a la reducción de la exposición a las amenazas y a la disminución de la vulnerabilidad de las personas, el ambiente y la infraestructura. Finalmente, con los resultados del análisis específico de riesgos (proceso de conocimiento) y las medidas implementadas de reducción del riesgo, se estructura el proceso de manejo del desastre, que contiene las acciones del plan de emergencia y contingencia.

El Plan de Gestión del Riesgo tiene como alcance las áreas donde se desarrollen las actividades principales del proyecto que se pueden clasificar en dos grupos: obras claves para el desarrollo del metro y en obras complementarias, comprendidas en la L2MB, en la ciudad de Bogotá D.C., Colombia.

2.6.9. Lineamientos de participación

En el marco de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social se adelantó el proceso de participación de las partes interesadas en dos grandes momentos: un primer momento al inicio, enfocado en la socialización del alcance, actividades, cronogramas y otros aspectos propios del estudio, y un segundo momento orientado a la consulta del EIAS, en el que se presentaron los resultados y se recibió retroalimentación de los diferentes capítulos del estudio, tales como impactos, planes de manejo y recomendaciones por parte de los actores sociales del AI, con el fin de contar con un documento construido de forma participativa y colaborativa con los diferentes actores sociales y la comunidad en general.

El diseño de la estrategia de participación se sustentó en lo dispuesto en la Constitución Política Nacional, en la normatividad nacional existente y en las salvaguardas sociales y ambientales del Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo – BID.

2.6.10. Seguridad y Salud en el Trabajo

Para la ejecución y desarrollo del componente de Seguridad y Salud en el Trabajo SST del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá, se contempla una metodología para la estructuración y desarrollo del Sistema, donde se realiza cumplimiento a los siguientes lineamientos:

1. Cumplimiento de obligaciones SST contractuales
2. Normatividad legal vigente aplicable a las actividades del proyecto
3. Fichas de manejo SST para los diferentes programas de obra
4. Presupuesto SST

La metodología implementada se desarrolla con el fin de garantizar la correcta implementación de los requerimientos en Seguridad y Salud en el Trabajo (legales, contractuales y demás que apliquen) orientada al ciclo de mejora continua.

La implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo se desarrolla en el marco de la Ley 1562 de 2012, Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 0312 de 2019, se alinea dentro de los términos de referencia de las especificaciones técnicas ET04 y ET05 del Estudio de impacto ambiental y social –EIAS, documento “Marco Ambiental y Social” del Banco Mundial, documento “Marco de Protección Ambiental y Social (MPAS)” del Banco Interamericano de Desarrollo, GA-MN-001 Manual de Seguimiento y Control Ambiental y de Seguridad y Salud en el Trabajo SST de la Empresa Metro de Bogotá, y demás normas aplicables; esto con el objetivo de garantizar la aplicación adecuada del sistema, garantizando la aplicación de las medidas de seguridad y salud en el trabajo, el mejoramiento del comportamiento de los trabajadores, las condiciones y el medio ambiente laboral y el control eficaz de los peligros y riesgos en el lugar de trabajo. Para esto se diseña dentro del marco de la protección de la seguridad y salud en el trabajo de los trabajadores, un plan de trabajo anual para el cumplimiento de los objetivos del SG –SST, en el que se debe identificar las metas, responsabilidades, recursos y cronograma de actividades en concordancia con los estándares mínimos del Sistema. En cumplimiento de lo expuesto, el proyecto presenta el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo con vigencia al término del contrato, comprometido con la promoción de la salud en el lugar de trabajo, la prevención, la clasificación y la determinación del riesgo para promover el cuidado y bienestar de todos los trabajadores. Mediante el planteamiento de metas alcanzables que faciliten una excelente implementación del SG-SST basada en los principios del ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) en tal medida que se cumpla con las exigencias legales aplicables a la concepción del proyecto.



2.6.11. Requisitos de las entidades multilaterales

A continuación, se describen las guías o estándares internacionales que darán cumplimiento a los requerimientos SST enmarcados en la institucionalidad de las entidades multilaterales:

2.6.12. Norma de desempeño sobre sostenibilidad ambiental y social del Banco Mundial BM

Las Normas de Desempeño Ambiental y Social NDAS del Banco Mundial establecen directrices acorde con la categoría del proyecto, para L2MB se toman las siguientes salvaguardas:

Norma de Desempeño 2: Trabajo y condiciones laborales

Reconoce la importancia de la creación de empleos y la generación de ingresos en la búsqueda de la reducción de la pobreza y el crecimiento económico inclusivo.

Norma de Desempeño 4: Salud y seguridad de la comunidad

Se abordan los riesgos e impactos para la salud y la seguridad en las comunidades afectadas por los proyectos y la correspondiente responsabilidad de los Prestatarios de evitar o minimizar tales riesgos e impactos, con atención especial a las personas que, debido a sus circunstancias particulares, pueden ser vulnerables.

2.6.13. Normas de desempeño ambiental y social Corporación Financiera Internacional IFC

Norma de desempeño 2: Trabajo y condiciones laborales

Reconoce que la búsqueda del crecimiento económico a través de la creación de empleo y la generación de ingresos, debe estar acompañada por la protección de los derechos básicos de los trabajadores.

Establece que la existencia de relaciones constructivas entre los trabajadores y la gerencia, el trato justo y la provisión de condiciones de trabajo seguras y saludables para los trabajadores puede redundar en beneficios tangibles para los clientes de la IFC.

El alcance de aplicación de esta Norma de Desempeño depende del tipo de relación contractual entre el cliente y el trabajador. Se aplica a los trabajadores contratados directamente por el cliente (trabajadores directos), a los trabajadores contratados a través de terceros para realizar trabajos relacionados con los procesos de negocios centrales del proyecto durante un tiempo considerable (trabajadores contratados) y a los trabajadores contratados por los proveedores principales del cliente (trabajadores de la cadena de abastecimiento)

Norma de desempeño 4: Salud y seguridad en la comunidad

Reconoce que las actividades, los equipos y la infraestructura de un proyecto pueden aumentar las posibilidades de que la comunidad se encuentre expuesta a riesgos e impactos.

2.6.14. Marco de protección Ambiental y Social (MPAS) - Estándares de Desempeño Socio Ambiental del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

Norma de desempeño 2 Trabajo y condiciones laborales

El concesionario deberá garantizar la protección de los derechos fundamentales de los trabajadores, aplicando la normatividad legal Colombiana, estándares del BID y normas internacionales aplicables para el proyecto.

Objetivos:

- Respetar y proteger los principios y derechos fundamentales de los trabajadores
- Promover el trato justo, la no discriminación y la igualdad de oportunidades de los trabajadores.
- Establecer, mantener y mejorar las relaciones entre los trabajadores y el empleador.
- Asegurar el cumplimiento de la legislación nacional sobre empleo y trabajo.
- Proteger a los trabajadores, incluidos aquellos en situación vulnerable, tales como las mujeres, las personas de diversas orientaciones sexuales e identidades de género, las personas con discapacidad, los niños (en edad de trabajar, de conformidad con la presente Norma de Desempeño) y los trabajadores migrantes, los trabajadores contratados por terceros y los trabajadores de la cadena de suministro principal.
- Promover condiciones de trabajo seguras y saludables, y fomentar la salud de los trabajadores.
- Prevenir el uso de trabajo infantil y de trabajo forzoso (según los define la OIT).
- Sustentar los principios de libertad de asociación y negociación colectiva de los trabajadores del proyecto.
- Asegurar que los trabajadores dispongan de medios accesibles y eficaces para plantear y abordar preocupaciones atinentes al lugar de trabajo.

Norma de desempeño 4 Salud y seguridad de la comunidad

El concesionario deberá evaluar y gestionar los riesgos e impactos relacionados con la salud, la seguridad y la protección en las comunidades, evitando y minimizando la exposición a materiales y sustancias peligrosas, exposición a enfermedades, riesgos e impactos de amenazas naturales y cambio climático, personal de seguridad, servicios ecosistémicos, entre otros.

Objetivos:

- Prever y evitar los impactos adversos para la salud y la seguridad de las personas afectadas por el proyecto durante el ciclo de vida de este, derivados tanto de circunstancias habituales como no habituales.
- Asegurarse de que la salvaguardia del personal y los bienes se realice de acuerdo con los principios pertinentes de derechos humanos y de modo de evitar o minimizar los riesgos para las personas afectadas por el proyecto.
- Prever y evitar impactos adversos para el proyecto derivados de amenazas naturales y el cambio climático durante el ciclo de vida de la operación.



2.6.15. “Plan de acción de la biodiversidad” o “Plan de Manejo de la biodiversidad”

El presente EIAS, y en el marco de lo estipulado por la Banca Multilateral en los estándares ambientales, salvaguardas o normas de desempeño relacionadas con la conservación de la biodiversidad y gestión sostenible de los recursos naturales vivos, formula una guía o contenido de un “Plan de acción de la biodiversidad” o “Plan de Manejo de la biodiversidad” a desarrollar durante la etapa de actualización del PMAS del EIAS, orientado a fortalecer las actividades de restauración y recuperación de los humedales Juan Amarillo o Tibabuyes y La Conejera, acciones de manejo lideradas por la Secretaría Distrital de Ambiente, que pretenden el garantizar que las actividades que se lleven a cabo por el proyecto sean coherentes con los objetivos de estado de la protección legal de estas áreas, e implementar programas adicionales para promover y mejorar los objetivos de conservación y de la gestión eficaz de estos ecosistemas.

Para lograr lo anterior, se requiere se contraten a especialistas con experiencia en el diseño de compensaciones que cumplan con los estándares internacionales, y se coordine y se trabaje de la mano con la SDA y las organizaciones ambientales locales que tengan suficientes conocimientos y capacidades para estructurar y gestionar de manera exitosa los proyectos de conservación que sirvan como compensación ¹². De igual manera, se debe compatibilizar las acciones formuladas para el humedal La Conejera en el Capítulo 15. Plan de compensación por pérdida de biodiversidad de biodiversidad del presente EIAS con el “Plan de acción de la biodiversidad” o “Plan de Manejo de la biodiversidad” a ser desarrollado e implementado como parte de la actualización del EIAS y PMAS de L2MB que realizará el consorcio durante la construcción del proyecto.

2.7. PROFESIONALES

El equipo del EIAS de la UT MOVIUS lo conforman profesionales y especialistas de SYSTRA e INGETEC. SYSTRA es una compañía francesa líder mundial en Ingeniería de Transporte Público, ha diseñado uno de cada dos metros en el mundo, ha participado en el diseño del 65% de los metros automáticos a nivel mundial y en los últimos 15 años ha participado en el diseño de más de 400 kilómetros de metro, involucrándose en el diseño de factibilidad, ingeniería de detalles y los estudios ambientales y sociales de estos proyectos. INGETEC es la firma líder en consultoría en Colombia y Latinoamérica, con más de 70 años de experiencia en consultoría y supervisión de proyectos de ingeniería de gran complejidad en más de 25 países y cuenta con una amplia experiencia en estudios, diseños, estudios de impacto ambiental y estudios sociales, para la construcción e interventoría de sistemas de transporte masivo, viales, y de buses articulados incluyendo TransMilenio. En la Tabla 38 se relaciona los profesionales que participaron desde la UT, en la elaboración de este estudio.

¹² Gullison, R.E., J. Hardner, S. Anstee, M. Meyer. 2015. Good Practices for the Collection of Biodiversity Baseline Data. Prepared for the Multilateral Financing Institutions Biodiversity Working Group & Cross-Sector Biodiversity Initiative.

Tabla 39. Equipo de trabajo para la elaboración del EIAS

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
Fabio Alexander Sánchez Camargo	Coordinador Técnico del Proyecto Director Oficina de Proyectos PMO Ingeniero Civil Msc. Ingeniería Civil	25202-75480	28 años	Más de 20 años de experiencia en consultoría, involucrado en el desarrollo de proyectos de infraestructura e hidroeléctricos a nivel internacional en etapas de diseños conceptuales, básicos y detallados, análisis de riesgos, selección de alternativas, evaluaciones económicas y financieras, debidas diligencias y asesoría y supervisión durante construcción. Como Sub-Gerente de la Gerencia de Proyectos de INGETEC, la experiencia del ingeniero Sánchez incluye el manejo y coordinación de equipos multidisciplinarios durante la ejecución de proyectos de consultoría en áreas de infraestructura, minería y desarrollos hidroeléctricos. Ha participado en una amplia gama de proyectos con diferentes responsabilidades, desde especialista estructural, sismología, evaluación económica y financiera, evaluación de riesgo, así como gerente y director de proyectos. Como ingeniero estructural, su experiencia abarca el análisis y diseño estructural de presas, estructuras de acero, concreto, y mampostería estructural, diseño de estructuras. Profesional con experiencia en la preparación de documentos contractuales (especificaciones y planos) para proyectos de infraestructura. Experiencia en la coordinación técnica de los Estudios de Impacto Ambiental con enfoque en la inclusión de los estándares de la Banca Multilateral para los Proyectos PLMB y Regiotram.

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
Astrid Romary Sáenz Guerrero	<p>Coordinadora del Estudio Ambiental Directora Departamento Gestión Ambiental de INGETEC S.A</p> <p>Ingeniera Ambiental y Sanitaria (1996) - Especialista en Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos (1998) - Especialista en salud ocupacional (2009)</p>	25260-63236	26 años	<p>Amplia experiencia en consultoría, diseño e interventoría de obras civiles de infraestructura vial y eléctrica, formulación de proyectos de evaluación de impactos y diagnóstico ambiental, planes de manejo, planes de ordenamiento y desarrollo municipal. Dentro de su experiencia se ha desempeñado en la dirección, coordinación técnica y administrativa en proyectos ambientales en áreas de minería e infraestructura entre otros. (Estudio de Impacto Ambiental, sustracción DMI, sustracción de reserva forestal, inventario forestal, permiso de uso de recursos naturales, prospección arqueológica, planes de gestión ambiental). Coordinadora ambiental en proyectos de Interventoría (ambiental, social y SISO) en áreas de infraestructura (vías, eléctrico, puertos). Coordinación del Sistema de Gestión de la Calidad al interior de la división ambiental. Directora del departamento de Gestión Ambiental.</p> <p>Cuenta con amplia experiencia en dirección, coordinación y especialista en la elaboración de estudios de impacto ambiental del sector, infraestructura vial (Vías y ferroviaria) , líneas de transmisión, minería y puertos. Adicionalmente tiene experiencia en interventoría de proyectos de infraestructura vial, líneas de transmisión, subestaciones y puertos.</p> <p>Específicamente ha dirigido y coordinado la elaboración de estudios de impactos ambiental con</p>

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				enfoque de inclusión de los estándares ambientales exigido por la Banca Multilateral, como son Regiotram de Occidente, Metro Línea 1
Diego Roberto Martínez Zárate	Asesor Técnico y Coordinador Físico Ingeniero Civil, Magister en Gestión de Proyectos - PMP, Project Management Professional®, Esp. Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos	25202-73875	24 años	INGENIERO CIVIL con Conocimiento y experiencia en Gerencia y estructuración de proyectos, experiencia en Gerencia de Proyectos, siguiendo los lineamientos del Project Management Institute®, contenidos en el PMBOK® Guide, experiencia en Dirección, Gerencia Ambiental, Especialista ambiental, en proyectos de consultoría (Estudios de impacto ambiental y Social, Planes de Manejo Ambiental, Evaluación y valoración de costos ambientales y asesoría en la estructuración técnica de proyectos con alto impacto ambiental, social y de seguridad industrial, para los sectores de Minería, hidrocarburos e infraestructura, Experiencia en dirección y coordinación de proyectos de infraestructura con estándares ambientales requeridos por la banca multilateral, como la Primera línea del Metro de Bogotá (Metro elevado), dentro del contrato de estructuración técnica de la PLMB, proyecto a cargo del consorcio METROBOG (INGETEC-SYSTR) - 2018, y la gerencia Ambiental de los estudios Ambientales de la Primera Línea del Metro de Bogotá - IDU 2014, entre otros.
Apoyo Cartografía y SIG				
Eliana Marcela Gemade	Especialista SIG	-	27 años	Con amplia experiencia en la elaboración de estudios de impacto ambiental del sector, infraestructura vial (Vías y ferrovial) , líneas de transmisión, mineros para

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				los medios biótico, abiótico y socioeconómico. Entre ellos proyectos como Avenida Ciudad de Cali, Centenario, Regiotram, Línea 2 Metro de Bogotá, Ruta del sol , Nueva Esperanza, minas la Jagua , la esmeralda entre otras. Presentación de proyectos en la ANLA GDB acorde a la resolución vigente en el momento
Componente físico				
Iván Silva Quintero	Director Departamento Ingeniería Ambiental Ingeniero Sanitario Mcs en Ingeniería Civil con énfasis ambiental	76237-24783	37 años	Con amplia experiencia en consultoría en evaluación ambiental y social de proyectos de infraestructura, haciendo la dirección y coordinación de estudios de impacto ambiental de proyectos para analizar su viabilidad ambiental y dar gestión al licenciamiento ante las autoridades ambientales nacionales y/o regionales. Actualmente se desempeña como Jefe del departamento de Ingeniería Ambiental en INGETEC. Así como experiencia en dirección, coordinación y especialista en la elaboración de estudios de impacto ambiental del sector, infraestructura vial (Vías y ferroviaria) , líneas de transmisión, minería y puertos. Específicamente ha dirigido y coordinado la elaboración de estudios de impactos ambiental con enfoque de inclusión de los estándares ambientales exigido por la Banca Multilateral, como son Regiotram de Occidente, Metro Línea 1
Alexander Hassidoff	Ingeniero Civil Director del Departamento de Planeamiento de Proyectos	2520264073	25 años	Con experiencia en consultoría y planeamiento de

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
	<p>INGETEC S.A</p> <p>Ingeniero civil (1996) - Especialista en Recursos hídricos</p>			<p>obras de infraestructura involucrando aspectos ambientales; interés y experiencia específica en proyectos hidroeléctricos, embalses, modificación de cauce de ríos y sistemas de alcantarillado, así como en modelación hidrogeológica. Capacidad de orientación y coordinación de grupos de trabajo multidisciplinarios (ingeniería civil, mecánica, eléctrica, vías, ambiental, etc.). Conocimiento técnico y elevada capacidad de análisis / diseño en hidrología, hidráulica e hidrogeología.</p>
<p>Leticia Jiménez</p>	<p>Especialista componente Geosférico Especialista Senior Geóloga Esp. Derecho Minero y petrolero</p> <p>Geóloga (2003) - Especialista en Derecho Minero Energético (2014).</p>	<p>1995</p>	<p>24 años</p>	<p>Experiencia laboral en el área de geología, geología económica (exploración y explotación de yacimientos no metálicos), Geología para Ingeniería y geotecnia en proyectos lineales, hidroeléctricos, yacimientos minerales no metálicos e hidrocarburos. 15 años de experiencia técnico y ambiental en Estudios ambientales evaluación geoambiental (geología, geomorfología, hidrogeología MHC-MHN, geotecnia superficial y subterránea), evaluación de amenazas y riesgos geológicos, jerarquización, evaluación y manejo de impactos del componente físico, gestión y planificación de cuencas hidrográficas; trámites y proyectos de legalización minero - ambiental (materiales de construcción); procesos de restauración e Impacto Ambiental; Estudios relacionados con Geoquímica orgánica de hidrocarburos pesados. 17 años experiencia en la dirección y coordinación técnica de proyectos mineros y ambientales del sector minero, energético y de infraestructura vial. Experiencia en la</p>

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				coordinación técnica y ejecución de estudios de Geología para Ingeniería y Geotecnia y Estudios Ambientales como Geóloga Senior
Jeisson Pinzón	Ingeniero Civil (2013) Master en Ingeniería Civil con énfasis en geotecnia (2015) Especialista en Gerencia de Proyectos (2017)	25202-261982 CND	9 años	Ingeniero civil con experiencia en consultoría en el área de geotecnia en proyectos de hidrocarburos, mineros e hidroeléctricos, principalmente. Desarrollador de modelos numéricos en tres dimensiones mediante métodos de elementos finitos para proyectos hidroeléctricos y de minería. Experiencia técnico ambiental para la ejecución y acompañamiento de estudios ambientales, evaluación de amenazas y riesgos, jerarquización, evaluación y manejo de impactos del componente físico y planeamiento de obras de infraestructura involucrando aspectos ambientales.
David Andrés baquero	Ingeniero Civil Master en Ingeniería Civil	25202-290370 CND	6 años	Ingeniero de diseño geotécnico énfasis de análisis de cimentaciones superficiales y taludes. Con experiencia en análisis numérico de obras geotécnicas, apoyo en supervisión de exploraciones de investigación del subsuelo y recomendaciones constructivas en adecuación de vías (pavimentos, estructuras hidráulicas, estructuras de contención, entre otros) así como recomendaciones para cimentación de edificaciones. Experiencias previas en proyectos de adecuaciones viales como Ruta del Sol Fase 3

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
Yorlenny Zambrano Rodríguez	Ingeniera ambiental	25238-331095	6 años	<p>Experiencia en consultoría e interventoría, estudios de impacto ambiental, planes de manejo, planes de gestión del riesgo, planes de gestión del riesgo para el manejo del vertimiento, planes de adaptación de la guía ambiental - PAGA, informes de cumplimiento ambientales - ICA, entre otros, en proyectos del sector minero, agroquímicos, infraestructura vial y férrea, redes hidráulicas y líneas de transmisión eléctrica.</p> <p>Desempeñándose en la ejecución y coordinación abiótica en diversos proyectos ambientales para licencias ante las autoridades ambientales nacionales y/o regionales. Así como proyectos con enfoque de inclusión de los estándares ambientales exigidos por la banca multilateral como la extensión de la primera línea del metro de Bogotá y Regiotram de Occidente.</p>
Yadert Contreras Barbosa	Ingeniero ambiental y Sanitario (2015) Magíster en Ingeniería Ambiental (2018)	25260-308142 CND	7 años	<p>Experiencia en diseño y ejecución de experimentos en campo y en laboratorio, diseño y funcionamiento de equipos de medición, monitoreo y control ambiental. Interpretación y análisis de datos, principalmente en la matriz ambiental aire (contaminación atmosférica y calidad del aire). Ingeniero de diseño del departamento de Ingeniería Ambiental.</p> <p>Cuenta con amplia experiencia en la matriz ambiental aire, procesamiento y análisis de datos, evaluación de estudios ambientales de calidad del aire, emisión de ruido y ruido ambiental, sustancias precursoras de olores ofensivos, biogás y gases de combustión,</p>

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				<p>asesor en modelación ambiental y planificador de monitoreos ambientales de calidad del aire ambiental y ruido.</p> <p>Específicamente, ha liderado las evaluaciones al componente atmosférico en estudios de impacto ambiental y social para mineras a gran escala, líneas de transmisión eléctrica y proyectos con enfoque de inclusión de los estándares ambientales exigidos por la banca multilateral como la extensión de la primera línea del metro de Bogotá.</p>
Felipe Soler	Especialista componente ruido Ingeniero Ambiental	-	6 años	<p>Ingeniero Ambiental de la Universidad de Los Andes. Con énfasis en la modelación matemática de la propagación de ruido y de los procesos de transporte, cinética de reacciones y transformaciones bioquímicas de determinantes convencionales de calidad del agua.</p> <p>Experiencia en la modelación de propagación de contaminantes en ríos y lagos asociados a proyectos de termoeléctricas.</p> <p>Proyectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Modelación del vertimiento de ADR-Termozipa. -Modelación Calidad del agua Central Térmica Bahía de Cartagena <p>Experiencia en el diseño de plantas de tratamiento</p>

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				<p>de agua potable.</p> <p>Proyectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Multipurpose reservoirs on Azuero Rivers-Canal de Panamá -Río Bayano, Estudios complementarios-Canal de Panamá <p>Experiencia en el desarrollo de estudios de impacto ambiental en la modelación de propagación de ruido de proyectos mineros, viales, férreos, línea de tensión, fotovoltaicos e industriales.</p> <p>Proyectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -.Av. Ciudad de Cali, Estudios y Diseños-IDU -Centenario Alo, Estudios y Diseños-IDU -V. Andino Kingston, Línea base EIA-Vidrio Andino Kingston -Mina Auríferos Soto Norte Minesa Estudios Ambientales-Minesa -Proyecto Fotovoltaico CSF CONTINUA San Felipe-CONTINUA

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				<p>-Modificación del EIA Mina Monterrey-Cemex</p> <p>-CFRO Regiotram-CFRO Regiotram</p> <p>-Diagnóstico Ambiental de Alternativas para la construcción de la segunda calzada Catambuco Pasto-Concesionaria vial unión del sur</p> <p>-LÍNEA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA 230 kV DESDE PROYECTO SOLAR FOTOVOLTAICO CSF CONTINUA Cartago 99 MW HASTA SUBESTACIÓN Cartago DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS - DAA-CONTINUA ENERGÍAS POSITIVAS</p> <p>-PROYECTO UPME-STR-13-2015 SUBESTACIÓN LA LOMA 110kV Y SU CONEXIÓN AL STN-Grupo Energía de Bogotá</p> <p>-UPME 04-2014 REFUERZO SUROCCIDENTAL A 500 kV PROYECTO LA VIRGINIA - ALFÉREZ ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL-Grupo energía de Bogotá</p> <p>-ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL TÍTULO MINERO 6823 Y 745-CEMEX</p> <p>-Proyecto Línea 1 y 2 del Metro de Bogotá</p>

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
Lainer Bohorquez	Ingeniero Civil (2009) Magister Ingeniería Civil con énfasis en Recursos Hídricos (2016)	1320218288 BLV	12 años	Ingeniero civil especialista en Recursos Hídricos con experiencia en consultoría para proyectos viales, férreos, mineros e hidroeléctricos, principalmente. Experiencia técnico ambiental para la ejecución y acompañamiento de estudios ambientales, evaluación de amenazas y riesgos, evaluación y manejo de impactos del componente físico y planeamiento de obras de infraestructura involucrando aspectos y estándares ambientales requeridos por la banca.
Medio Biótico				
Ross Mérida Martin	Directora del Departamento de Ecología Bióloga	51683158 CPB	33 años	Bióloga con experiencia en consultoría en evaluación ambiental y social de proyectos de infraestructura, haciendo la dirección y coordinación de estudios de impacto ambiental de proyectos para analizar su viabilidad ambiental y dar gestión al licenciamiento ante las autoridades ambientales nacionales y/o regionales. Actualmente se desempeña como Jefe del departamento de Ecología en INGETEC. Ha participado en el direccionamiento de los estudios bióticos para estudios ambientales tales como EIA Regiotram de Occidente (Concesionaria Férrea de Occidente), DAA Proyecto Doble Calzada Catambuco - Pasto (Concesionaria Vial del Sur), EIA LTE La Loma - La Jagua y EIA La Virginia- Alférez (Grupo de Energía de Bogotá), DAA LTE 220 kV (Univergy Solar Colombia), entre otros.
Gilma Stella Pedraza	Coordinación del medio biótico Bióloga	41637594 CPB	23 años	Bióloga con experiencia en la Ejecución de Estudios de Impacto Ambiental y Planes de Manejo Ambiental

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
	Especialista en Gestión social y ambiental			<p>de proyectos hidroeléctricos, viales, líneas de transmisión, urbanísticos, gasoductos, acueductos y zonas de aprovechamiento forestal. Interventora ambiental en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos viales. Ejecutora de estudios para Diagnóstico Ambiental de Alternativas de proyectos de ingeniería. Elaboración de diagnóstico ambiental y monitoreos de calidad del agua e hidrobiológicos en sistemas lénticos y lóticos.</p> <p>Amplia experiencia en consultoría, ha participado en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos desarrollados bajo estándares ambientales exigidos por la Banca Multilateral, participación en proyectos: EIA de la Línea 2 Metro de Bogotá, EIA Regiotram de Occidente (Concesionaria Férrea de Occidente). entre otros. Así como proyectos urbanos IDU como Estudios y Diseños Avenida Ciudad de Cali, Estudios y Diseños Centenario ALO y Estudios y Diseños Transmilenio Cra Séptima., nivel nacional Contrato de concesión para la construcción, rehabilitación, ampliación y mejoramiento, la preparación de los estudios definitivos, la gestión social, predial y ambiental, la obtención y/o modificación de las licencias ambientales, la financiación, la operación y el mantenimiento de las obras, en El Sector Comprendido entre San Roque-Ye de Ciénaga - Constructora Ariguaní Para Yuma Concesionaria S.A.</p> <p>Interventoría para los estudios, diseños, construcción y pavimentación de la carretera Nuquí-Las Ánimas-</p>

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				Chocó- INVIAS, Estudios y diseños y construcción de la doble calzada de la carretera Buenaventura-Loboguerrero, sectores Altos de Zaragoza (PR29+000)-Triana (PR+39+700)-Cisneros (PR49+000) Valle del Cauca - INVIAS. etc.
Alfonso Muriel	Ingeniero Forestal	22474	14 años	<p>Ingeniero forestal con experiencia en consultoría en el área ambiental con la capacidad de prestar servicios en las diferentes actividades forestales y en el manejo de los recursos naturales renovables como: En el manejo y aprovechamiento de los recursos forestales. Planificación y evaluación de los trabajos de forestación y reforestación. Conservación del medio ambiente. Elaborar y dirigir estudios, proyectos de corrección de torrentes y manejo de cuencas. Planificar y dirigir trabajos de rehabilitación de tierras y protección de suelos contra erosión. Secado y tratamiento de la madera.</p> <p>Ha participado en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos desarrollados bajo estándares ambientales exigidos por la Banca Multilateral, participación en proyectos: EIA Regiotram de Occidente (Concesionaria Férrea de Occidente) Estudio de la extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá, EIA de la Línea 2 Metro de Bogotá. EIA LTE La Loma - La Jagua, entre otros. Así como proyectos urbanos IDU como Estudios y Diseños Avenida Ciudad de Cali, Estudios y Diseños Centenario ALO y Estudios y Diseños Transmilenio Cra Séptima. Inventario forestal y de especies en Veda Unidad Funcional 8-Vía</p>

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				40 Express, Via chispiadero - Chaparral-ISAGEN, Ruta del Sol Sector III-YUMA Concesionaria.
Laura Pardo	Bióloga	1020801084	3 años	<p>Bióloga con experiencia en consultoría en las áreas de caracterización de la vegetación, flora en veda, ecología del paisaje y planes de compensación.</p> <p>Específicamente ha participado en la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental de proyectos elaborados bajo los estándares ambientales exigidos por la banca multilateral: EIA Regiotram de Occidente (Concesionaria Férrea de Occidente) en la caracterización de la vegetación, caracterización de la flora en veda, planes de manejo, seguimiento y monitoreo de las coberturas vegetales, vegetación y la flora en veda, análisis de fragmentación del hábitat y conectividad del paisaje, elaboración de planes de compensación del medio biótico; Estudio de la extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá en la caracterización de la flora en veda, planes de manejo, seguimiento y monitoreo de la flora en veda; EIAS de la Línea 2 Metro de Bogotá en la caracterización de la flora en veda, planes de manejo, seguimiento y monitoreo de la flora en veda.</p>
Nicolas Tellez	Biólogo Magister en ciencias ambientales	1020764439	7 años	<p>Biólogo con 7 años de experiencia en consultoría, diseño e interventoría, estudios de impacto ambiental, planes de manejo, entre otros. Dentro de su experiencia se ha desempeñado en la ejecución,</p>

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				<p>coordinación biótica en diversos proyectos ambientales para licenciamiento ante las autoridades ambientales nacionales y/o regionales.</p> <p>Ha participado en el desarrollo de temáticas y/o coordinado el componente biótico en estudios ambientales tales como EIA Regiotram de Occidente (Concesionaria Férrea de Occidente), Estructuración Tramo 1 Metro De Bogotá y Extensión de la Primera Línea del Metro de Bogotá, EIA LTE La Loma - La Jagua, entre otros. Así como proyectos urbanos IDU como Diseños de Ampliación Portal Américas, Estudios y Diseños Avenida Ciudad de Cali, Estudios y Diseños Centenario ALO y Estudios y Diseños Transmilenio Cra Séptima.</p>
Medio Socioeconómico y Cultural				
Yaddy Helena Ruiz Rodriguez	<p>Directora Departamento de Estudios Sociales de INGETEC Líder del medio socio económico Trabajadora Social con especialización en Gerencia de Recursos Humanos y Msc. Gerencia y Práctica del Desarrollo</p>	085185211	23 años	<p>Con amplia experiencia en el desarrollo de estudios ambientales para diversos sectores de infraestructura en sus diferentes etapas de desarrollo.</p> <p>Los estudios ambientales los he desarrollado en diferentes zonas del país, tanto en contextos urbanos como rurales.</p> <p>Específicamente para proyectos de movilidad y transporte en Bogotá he participado en la elaboración de los estudios ambientales y sociales y seguimiento en la implementación de los planes de manejo en las</p>

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				<p>etapas de construcción, operación y mantenimiento; tales como Troncales de Transmilenio, PLMB y Regiotram.</p> <p>He participado en los estudios ambientales y sociales que se han realizado con el cumplimiento de los estándares internacionales con acompañamiento de la Banca Multilateral en proyectos de transporte y del sector eléctrico.</p>
Jeimy Samaniego Murcia	<p>Profesional Social Arquitecta - Msc. Investigación Social</p>	A25052004-52714	18 años	<p>Con experiencia en la elaboración de estudios ambientales en diferentes zonas del país, tanto en contextos urbanos como rurales en etapas previas y de desarrollo o ejecución y en diversos sectores de infraestructura.</p> <p>Con experiencia en proyectos de transporte masivo en contextos urbanos, 8 años de experiencia en el acompañamiento social en el Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá, Colombia en procesos de acompañamiento a las comunidades en etapas de diseños y de construcción de vías para Transporte masivo TransMilenio y proyectos de vías con financiamiento del Banco Mundial.</p> <p>Con participación en la elaboración de proyectos de movilidad y transporte en Bogotá, Colombia, mediante el desarrollo de estudios ambientales y sociales en las etapas de factibilidad y diseños como, Primera Línea del Metro de Bogotá y Regiotram de Occidente, proyectos que acogen los estándares de la Banca</p>

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				Multilateral.
Gillola Idaly Villalba Hernandez	Profesional Social Trabajadora Social- Especialista en Psicología de las Organizaciones.	085215211	22 años	Trabajadora social con amplia experiencia en trabajo con comunidades con ocho años de experiencia como Contratista en ejecución de planes de manejo ambiental y social, ocho años como Interventora realizando seguimiento y monitoreo al cumplimiento de planes de manejo ambiental y social, licencias ambientales, elaboración de informes de cumplimiento ambiental y social e informes de monitoreo ambiental y social en proyectos urbanos y rurales y cuatro años de experiencia en consultoría con la responsabilidad en el desarrollo de proceso participativos y de consulta con los diferentes actores sociales, teniendo en cuenta los estándares internacionales.
Joaquín Daniel Otero Santillan	Coordinador Equipo de Arqueología de INGETEC Arqueólogo (2006) - Historiador (2009) - Especialización en Historia (2010) - Maestría en Arqueología (2010)	No aplica	16 años	Arqueólogo con amplia experiencia en coordinación de proyectos arqueológicos de grandes superficies. Gestión de proyectos y administración de recursos humanos y logísticos. Trabajo con personal profesional y operativo. Planeación y ejecución de trabajos de campo y laboratorio. Construcción de documentos técnicos de arqueología para entidades oficiales e instituciones académicas. Elaboración de propuestas técnico-económicas. Coordinación de una amplia gama de proyectos relacionados con los sectores de infraestructura vial, minas, transmisión eléctrica, subestaciones y

REALIZAR LA ESTRUCTURACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ, INCLUYENDO LOS COMPONENTES LEGAL, DE RIESGOS, TÉCNICO Y FINANCIERO

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL - L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-IN-001-VE

Nombre	Responsabilidad / profesión	Tarjeta Profesional No.	Experiencia profesional	
				proyectos de desarrollo urbano, entre otros, en el marco de Estudios de Impacto Ambientales así como de Programas de Arqueología Preventiva.
Seguridad y Salud en el Trabajo				
Fabio Willson Villalba Pardo	Ingeniero especialista SST para el proyecto L2MB Ingeniero en Seguridad Industrial e Higiene Ocupacional Auditor interno en Sistemas de Gestión integrados HSEQ - ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018.	091207-0547929 Lic. Res. 6902 de 2021	12 años	Ingeniero en Seguridad y Salud en el Trabajo con experiencia en proyectos de infraestructura vial, constructivas, diseño y desarrollo de proyectos, conocimiento en requisitos legales y estándares de la Banca Multilateral, participación en proyectos como: Especialista SST del proyecto Patio portal Américas del Instituto de Desarrollo Urbano IDU para Transmilenio, Especialista SST del proyecto ALO-Centenario del Instituto de Desarrollo Urbano IDU para Transmilenio, Especialista SST IDU proyecto Av. Ciudad de Cali del Instituto de Desarrollo Urbano IDU para Transmilenio, Profesional SST de apoyo para el proyecto Regiotram de occidente (Concesionaria Férrea de Occidente), Profesional SST de apoyo para el proyecto Extensión línea 1 del Metro de Bogotá.

Fuente: UT MOVIUS, 2022.