

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL LÍNEA 2 DEL METRO DE BOGOTÁ

L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-IN-001-VB

Capítulo 1 Resumen Ejecutivo



CONTROL DE CAMBIOS

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

Revisión	Fecha	Sección modificada	Observaciones
A	26-11-2022	—	Versión original
B	21-10-2022	A lo largo del documento	Se atienden las observaciones generadas por: Banca Mundial. Producto de las mesas de trabajo realizadas durante los días octubre 3,4 y 5 de 2022. Interventoría presentadas en correo electrónico de octubre 6 de 2022

REVISIÓN Y APROBACIÓN

DIVISIÓN AMBIENTAL	Preparó: D. Duarte 21-10-2022	Revisó: D. Martinez 21-10-2022	Revisó: I. Silva 21-10-2022
	VoBo. Ingeniero Ejecutor medio Abiótico	VoBo. Coordinador medio abiótico	VoBo. Director de Departamento
	Preparó: D. Peña 21-10-2022	Revisó: p/p M. Sandoval 21-10-2022	Revisó: R. Martin 21-10-2022
	VoBo. Ingeniero Ejecutor medio Biótico	VoBo. Coordinador medio biótico	VoBo. Director de Departamento
	Preparó: J. Otero 21-10-2022	Preparó: J. Samaniego 21-10-2022	Revisó: Y. Ruiz 21-10-2022
	VoBo. Ingeniero Ejecutor Medio Socioeconómico	VoBo. Coordinador medio Medio Socioeconómico	VoBo. Director de Departamento

Preparó: A. Sáenz 21-10-2022	Revisó: A. Amaya 21-10-2022
VoBo. Coordinador Estudio Ambiental	VoBo. Director Estudio Ambiental

Preparó: F. Sánchez 21-10-2022	Revisó: O. Véliz 21-10-2022	Aprobó: J.M. Martínez 21-10-2022
VoBo. Coordinador Técnico	VoBo. Director Técnico	VoBo. Director General de Estructuración

TABLA DE CONTENIDO

0. RESUMEN EJECUTIVO	13
0.1. INTRODUCCIÓN	13
0.2. OBJETIVOS	33
0.2.1. Objetivo General	33
0.2.2. Objetivos Específicos	33
0.3. INFORMACIÓN DEL PROYECTO	35
0.3.1. Antecedentes y Justificación	35
0.3.2. Descripción del Proyecto	37
0.3.3. Características del proyecto	40
0.4. PERMISOS Y/O AUTORIZACIONES REQUERIDAS EN EL PROYECTO	43
0.5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	44
0.6. LÍNEA BASE	45
0.6.1. Área de Influencia	45
0.6.1.1. Área de influencia medio Abiótico	46
0.6.1.2. Área de influencia medio biótico	48
0.6.1.2.1. Área de Influencia Directa	48
0.6.1.2.1.1. Características principales del área de influencia directa por componente	50
0.6.1.2.2. Área de Influencia Indirecta:	53
0.6.1.2.2.1. Características principales del área de influencia indirecta por componente	53
0.6.1.3. Área de Influencia medio socioeconómico	56
0.6.2. Caracterización del medio Abiótico	57
0.6.2.1. Geología	57
0.6.2.1.1. Complejo de conos (Qcc)	59
0.6.2.1.2. Depósitos Lacustres de la Formación Sabana o Terraza Alta (Qta)	59
0.6.2.1.3. Depósitos de llanura de inundación (Qlla)	59
0.6.2.1.4. Depósitos de coluvión (Qdp)	60
0.6.2.1.5. Depósitos de origen antrópico (Qant)	60
0.6.2.2. Geomorfología	61
0.6.2.2.1. Morfogénesis	63
0.6.2.2.1.1. Paisaje de Planicie: Geoformas de origen fluvial y lagunar	63
0.6.2.2.1.2. Llanura de inundación aluvial (Fpi)	63
0.6.2.3. Paisaje	63
0.6.2.3.1. Elementos o atributos del paisaje	64
0.6.2.3.2. Unidades de paisaje	65
0.6.2.3.3. Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona	66
0.6.2.4. Suelos	67
0.6.2.4.1. Perfiles de los suelos urbanos	67

0.6.2.4.2. Vulnerabilidad a la contaminación de los suelos	69
0.6.2.5. Hidrología	69
0.6.2.6. Calidad del agua	79
0.6.2.7. Usos del agua	80
0.6.2.8. Hidrogeología	80
0.6.2.8.1. Modelo Hidrogeológico Conceptual - MHC	80
0.6.2.8.2. Modelo Hidrogeológico Numérico - MHN	90
0.6.2.9. Geotecnia	90
0.6.2.10. Meteorología	95
0.6.2.11. Calidad del aire	98
0.6.2.11.1. Monitoreo de calidad del aire	98
0.6.2.11.2. Modelo de dispersión	99
0.6.2.12. Ruido	100
0.6.2.13. Vibraciones	103
0.6.2.13.0.1. Monitoreo y puntos de medición de vibraciones y ruido estructural	103
0.6.2.13.0.2. Umbrales de percepción humana y afectación a estructuras	104
0.6.2.13.0.3. Identificación de estructuras vulnerables a lo largo del trazado	105
0.6.2.13.0.4. Línea base de vibraciones	105
0.6.2.13.0.5. Predicción de vibraciones durante construcción y operación	106
0.6.3. Caracterización del medio Biótico	107
0.6.3.1. Estructura Ecológica Principal y áreas sensibles en el área de intervención del proyecto L2MB	108
0.6.3.2. Hábitats modificados, naturales y críticos - EAS 6	109
0.6.3.3. Vegetación con connotación especial	110
0.6.3.4. Fauna	111
0.6.3.5. Ecosistemas acuáticos	112
0.6.3.5.1. Comunidades hidrobiológicas época de lluvias	112
0.6.3.5.2. Comunidades hidrobiológicas época seca	113
0.6.3.6. Servicios ecosistémicos	113
0.6.4. Caracterización del medio Socioeconómico	114
0.6.4.1. Dimensión demográfica	117
0.6.4.2. Dimensión espacial	118
0.6.4.3. Dimensión económica	119
0.6.4.4. Dimensión cultural	121
0.6.4.5. Dimensión político-organizativa	123
0.6.4.6. Componente arqueológico	124
0.6.4.7. Población a reasentar	126
0.6.4.8. Tendencias del desarrollo	128
0.7. ZONAS LEGALMENTE PROTEGIDAS Y RECONOCIDAS INTERNACIONALMENTE	129
0.7.1. Sitios Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá	129

0.7.1.1. Análisis de la biodiversidad asociada a los humedales	132
0.7.1.2. Declaratoria Sitios Ramsar	133
0.7.1.3. Normativa en Colombia sitios Ramsar	134
0.7.1.4. Planes de manejo ambiental de los humedales	135
0.7.1.4.1. Humedal Juan Amarillo o Tibabuyes	135
0.7.1.4.2. Humedal La Conejera	138
0.7.1.5. Mesas de trabajo con entidades distritales y ambientales	141
0.7.1.6. Análisis de alternativas a nivel de prefactibilidad	142
0.7.1.7. Optimización del trazado del corredor férreo del metro durante los estudios de factibilidad	142
0.7.1.8. Potenciales riesgos e impactos en la EEP y los humedales	143
0.7.1.9. Medidas de mitigación, de seguimiento y control	144
0.7.2. AICA Humedales de la Sabana de Bogotá	145
0.7.2.1. Descripción del sitio	145
0.7.2.2. Descripción AICA Humedales de la sabana de Bogotá	146
0.7.2.3. Biodiversidad clave	147
0.7.2.4. Presiones y amenazas a la biodiversidad clave	147
0.7.2.5. El AICA Humedales de la Sabana de Bogotá y el proyecto L2MB	147
0.8. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	148
0.8.1. Medio Físico	148
0.8.2. Medio Biótico	150
0.8.3. Medio Socioeconómico	151
0.8.4. Zonificación final	153
0.9. DEMANDA Y NECESIDADES DE USO Y/O APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y NO RENOVABLES	155
0.9.1. Aguas superficiales y aguas subterráneas	155
0.9.2. Vertimientos	155
0.9.3. Aprovechamiento forestal	155
0.9.4. Balance de zonas verdes	157
0.9.5. Emisiones atmosféricas	158
0.9.6. Residuos Sólidos	158
0.9.7. Materiales de Construcción	159
0.9.7.1. Fuentes de materiales y plantas de procesos	159
0.9.7.2. Localización de posibles plantas de procesos.	161
0.9.7.3. Generación de residuos de excavación y construcción-RCD.	161
0.9.7.4. Localización y georreferenciación de los sitios de disposición final.	162
0.9.7.5. Manejo para transporte de escombros y sobrantes	164
0.9.7.6. Técnicas para el tratamiento y aprovechamiento de escombros y de otros materiales de construcción.	167

0.9.7.7. Validación de sitios para el aprovechamiento y/o disposición de material sobrante de la construcción del Metro Conforme a los estudios realizados para la ejecución de la PLMB, se realizó un análisis de la disponibilidad para depositar los volúmenes de Residuos de Construcción y Demolición – RCD en la ciudad, con el fin de mitigar los impactos que se puedan generar con el manejo de este tipo de residuos.	167
0.9.7.8. Tratamiento para el aprovechamiento de material sobrante de la construcción del Metro	168
0.9.8. Permiso de emisión de ruido en horario nocturno, dominical y festivos	169
0.10. IMPACTOS Y RIESGOS AMBIENTALES Y SOCIALES	169
0.10.1. Evaluación de impactos	172
0.10.1.1. Escenario sin proyecto	172
0.10.1.2. Escenario con proyecto	175
0.10.2. Riesgos ambientales y sociales	181
0.10.3. Impactos Acumulativos	184
0.10.3.1. Análisis de impactos acumulativos	185
0.10.3.2. Selección de los VEC. (PASO 1)	185
0.10.3.3. Límites espaciales y temporales de los VEC	186
0.10.3.4. Análisis de otras actividades y factores externos (PASO 3)	188
0.10.3.5. Posibles Afectaciones Acumulativas del Recurso Hídrico	188
0.10.3.6. Posibles Afectaciones Acumulativas a la Biodiversidad	189
0.10.3.7. Medidas de gestión y recomendaciones (PASO 7)	189
0.10.4. Beneficios de los impactos ambientales y sociales	191
0.11. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL	192
0.11.1. Medio Físico / Biótico	192
0.11.2. Medio Biótico	194
0.11.3. Medio Socioeconómico	196
0.11.4. Zonificación final	198
0.12. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y SOCIAL	201
0.13. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	204
0.14. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES	210
0.15. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	210
0.16. PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD	213
0.17. CRONOGRAMA	214
0.18. ESTÁNDARES Y SALVAGUARDIAS	216
0.19. ACTIVIDADES A SEGUIR PARA EL DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE INSTALACIONES TEMPORALES	217
0.20. CONSULTAS Y SOCIALIZACIONES CON LAS PARTES INTERESADAS	217
0.21. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES	220
0.21.1. Medio Físico	220
0.21.2. Medio Biótico	221
0.21.3. Medio Socioeconómico	221

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización del proyecto

Figura 2. Esquema del trazado y localización de las estaciones de la L2MB

Figura 3. Trazado y estaciones de la L2MB

Figura 4. Localización proyecto L2MB

Figura 5. Área de Influencia directa definitiva medio abiótico

Figura 6. Área de Influencia Indirecta definitiva medio abiótico

Figura 7. Área de influencia directa final del medio biótico del proyecto L2MB

Figura 8. Área de influencia indirecta final del medio biótico del proyecto L2MB

Figura 9. AID del medio socioeconómico del proyecto L2MB

Figura 10. AI del medio socioeconómico del proyecto L2MB

Figura 11. Localización espacial de las estaciones de todas las entidades disponibles en la zona.

Figura 12. Comportamiento espacial de la precipitación total media multianual (mm).

Figura 13. Comportamiento espacial de la temperatura media anual (°C).

Figura 14. Comportamiento espacial de la evaporación media anual (mm).

Figura 15. Balance hídrico del Humedal La Conejera en (mm).

Figura 16. Balance hídrico del Canal Cafam en (mm).

Figura 17. Balance hídrico de la Cuenca 1 en (mm).

Figura 18. Balance hídrico del Humedal Juan Amarillo en (mm).

Figura 19. Balance hídrico de la Cuenca 2 en (mm).

Figura 20. Balance hídrico del Canal Salitre Completo en (mm).

Figura 21. Balance hídrico subcuenca rural (cerros orientales) (mm).

Figura 22. Balance hídrico subcuenca urbana zona calle 72 (mm).

Figura 23. Geometría de las unidades identificadas entre el Pozo de Salida y la Estación 1 del proyecto. Se ilustra la distribución longitudinal de las obras subterráneas y las edificaciones existentes a nivel superficial.

Figura 24. Geometría de las unidades identificadas entre la Estación 1 del proyecto y la Carrera 29. Se ilustra la

distribución longitudinal de las obras subterráneas y las edificaciones existentes a nivel superficial.

Figura 25. Geometría de las unidades identificadas entre la Estación 4 del proyecto y la Carrera 78 (abscisa k6+200). Se ilustra la distribución longitudinal de las obras subterráneas y las edificaciones existentes a nivel superficial.

Figura 26. Geometría de las unidades identificadas entre la abscisa k9+600 y la Estación 8 (Humedal Juan Amarillo). Se ilustra la distribución longitudinal de las obras subterráneas y las edificaciones existentes a nivel superficial.

Figura 27. Geometría de las unidades identificadas entre la abscisa k10+600 - Brazo Humedal Tibabuyes y la abscisa k11+600 (sobre Cra. 118). Se ilustra la distribución longitudinal de las obras subterráneas y las edificaciones existentes a nivel superficial.

Figura 28. Zonas Homogéneas. Variación de nivel freático en profundidad

Figura 29. Distribución porcentual de los tipos de suelo para la Zona Homogénea 1

Figura 30. Distribución porcentual de los tipos de suelo para la Zona Homogénea 2

Figura 31. Distribución porcentual de los tipos de suelo para la Zona Homogénea 3

Figura 32. Distribución porcentual de los tipos de suelo para la Zona Homogénea 4

Figura 33. Localización espacial de las estaciones de todas las entidades disponibles en la zona.

Figura 34. Esquema de medición de vibraciones para las ventanas de registro en horas pico y horas valle

Figura 35. Área de influencia directa e indirecta componente de vibración

Figura 36. Zonificación ambiental del medio abiótico

Figura 37. Zonificación ambiental del medio Biótico

Figura 38. Zonificación ambiental del medio Socioeconómico

Figura 39. Sitios principales georeferenciados de disposición y tratamiento de RCD Bogotá y Cundinamarca
Fuente:UT MOVIUS 2022

Figura 40. Mapa de los focos o puntos de salida del proyecto
Fuente: UT MOVIUS 2022

Figura 41. Mapa Restricción a la circulación de vehículos de carga en Bogotá
Fuente: SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD , 2022.

Figura 42. Dinamica de Origen - Destino sitios de Disposición - trazado del proyecto
Fuente: UT MOVIUS 2022

Figura 43. Gestión de manejo de RCD
Fuente: U.T EXTENSIÓN METRO LÍNEA 1, 2022.

Figura 44. Pasos para la evaluación de impactos acumulativos

Figura 45. Zonificación de manejo ambiental para el medio abiótico

Figura 46. Zonificación de manejo ambiental para el medio biótico

Figura 47. Zonificación ambiental para el medio social

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones de la L2MB

Tabla 2. Permisos requeridos

Tabla 3. Unidades geomorfológicas.

Tabla 4. Superficie ocupada por cada una de las unidades de paisaje presentes en el área de influencia

Tabla 5. Caudal medio multianual

Tabla 6. Caudales máximos en las subcuencas en estudio para diferentes periodos de retorno (m^3/s).

Tabla 7. Caudales mínimos (m^3/s) para diferentes periodos de retorno de las estaciones dentro de la zona de estudio.

Tabla 8. Unidades hidrogeológicas definidas con base en la condición litológica

Tabla 9. Zonas Homogéneas. Valores de permeabilidad medidos máximo y mínimo

Tabla 10. Tipos de Suelo en la Zona 1

Tabla 11. Tipos de Suelo en la Zona Homogénea 2

Tabla 12. Tipos de Suelo en la Zona Homogénea 3

Tabla 13. Tipos de Suelo en la Zona Homogénea 4

Tabla 14. Periodo común de los parámetros climáticos a analizar

Tabla 15. Periodos de registros de los parámetros recopilados.

Tabla 16. Localidades, UPZ, Barrios y área de proyecto.

Tabla 17. Características generales del desarrollo comercial en el AID

Tabla 18. Entidades oficiales y organizaciones con presencia en el AID

Tabla 19. Zonificación ambiental para el Medio Abiótico

Tabla 20. Zonificación ambiental para el Medio Biótico

Tabla 21. Zonificación ambiental para el Medio Socioeconómico

Tabla 22. Tratamientos Silviculturales propuestos al arbolado urbano L2MB

Tabla 23. Especies con alguna categoría de amenaza

Tabla 24. Zonas verdes existentes en el área de intervención por obras de la L2MB

Tabla 25. Balance de Zonas verdes por implementación de diseños paisajísticos de la L2MB

Tabla 26. Estimación de materiales a ser usados en la construcción del proyecto.

Tabla 27. Cantidades de excavación y demolición.

Tabla 28. Impactos positivos en el escenario sin proyecto

Tabla 29. Impactos negativos en el escenario sin proyecto

Tabla 30. Impactos positivos en el escenario con proyecto

Tabla 31. Impactos negativos en el escenario con proyecto

Tabla 32. Identificación de los escenarios de riesgo

Tabla 33. Impactos acumulativos identificados y su VEC asociado

Tabla 34. Temporalidad y espacialidad de los VEC

Tabla 35. Proyectos en desarrollo y planeados

Tabla 36. Zonificación ambiental para el Medio Abiótico

Tabla 37. Zonificación de manejo ambiental para el Medio Biótico

Tabla 38. Zonificación ambiental para el Medio Social

Tabla 39. Relación impactos y programas gestión ambiental y SST

Tabla 40. Relación de impactos y programas de manejo del medio físico / abiótico

Tabla 41. Relación de impactos y programas de manejo del medio biótico

Tabla 42. Relación de impactos y programas de manejo del medio Socioeconómico

Tabla 43. Programas del PMS a los planes de manejo para el Proyecto L2MB

Tabla 44. Programas de manejo ambiental y programa de monitoreo y seguimiento asociados

Tabla 45. Cronograma de implementación del PMAS Y PMS de la L2MB

0. RESUMEN EJECUTIVO

0.1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, es una herramienta de gestión ambiental y social que permite identificar las características y el entorno de las áreas donde se desarrolla, insumos que brindarán las herramientas para evaluar los posibles efectos negativos y positivos que el proyecto generará sobre el medio ambiente durante la etapa preoperativa y etapa de operación y mantenimiento, además de proponer conforme la teoría de la jerarquización de la mitigación, las medidas de manejo que permitan prevenir, corregir y compensar los impactos identificados. Por otra parte, el abordaje en todos los capítulos de este Estudio se realiza a partir de la normatividad ambiental aplicable así como los diferentes estándares y normas de desempeño establecidas por la Banca Multilateral, en cada capítulo se realizan las anotaciones de su cumplimiento y el contexto de aplicabilidad correspondiente.

Para llegar a este entendimiento, el EIAS se ha desarrollado bajo la estructuración de los siguientes capítulos, los cuales se presenta el resumen ejecutivo en los siguientes numerales

- Capítulo 0. Resumen ejecutivo
- Capítulo 1. Análisis de alternativas
- Capítulo 2. Introducción.
- Capítulo 3. Descripción del proyecto.
- Capítulo 4. Marco Legal .
- Capítulo 5. Caracterización del área de influencia (Área de influencia, Medio abiótico, biótico y socioeconómico).
- Capítulo 6. Zonificación ambiental.
- Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales.
- Capítulo 8. Evaluación ambiental (escenario sin proyecto y con proyecto)
- Capítulo 9. Zonificación de manejo ambiental del proyecto.
- Capítulo 10. Planes y programas.
- Capítulo 11. Planes de seguimiento y monitoreo
- Capítulo 12 Plan de Riesgos y Contingencia
- Capítulo 13. Lineamientos de participación
- Capítulo 14. Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)
- Capítulo 15 Plan de Compensación
- Capítulo 16 Presupuesto
- Capítulo 17 Cronograma
- Capítulo 18 Conclusiones
- Capítulo 19 Bibliografía
- Capítulo 20 Otros (Reasentamiento, Partes Interesadas)



La evaluación ambiental y social del proyecto L2MB ha requerido de un esfuerzo extraordinario y atípico, que ha requerido actividades multidisciplinarias, involucrando especialistas y profesionales de varias disciplinas.

El estudio recoge y analiza información primaria y secundaria que en algunos casos supera la década en cuanto a recolección histórica de información de la zona. Además, la misma evaluación plantea retos de gran importancia para el

proyecto y los análisis requeridos para soportar el entendimiento del territorio. Se requirieron estudios con alto grado de especialización enfocados principalmente a temas relacionados con geología, geotecnia, hidrogeología, suelos, calidad del aire, ruido, vibraciones, paisaje calidad del aguas, temas bióticos, temas sociales y culturales, la mayoría de los cuales son parte de este documento y están incorporados como anexos al estudio.

Cabe resaltar que la evaluación ambiental del proyecto L2MB, requirió la identificación de áreas de influencia directa e indirecta, sobre las cuales se construyeron modelos amplios y suficientes para entender dinámicas hidrogeológicas, comportamiento de la calidad del aire, ruido y vibraciones en las localidades bajo el escenario sin proyecto y con proyecto y entendimiento de las dinámicas sociales y culturales. De esta forma se identificó el alcance de los impactos ocasionados por las actividades del proyecto.

Si bien la estructura y contenido del presente documento obedece a aquella que determina la normatividad vigente para la presentación de este tipo de estudios y documentos, y de acuerdo con lo establecido por la Financiera de Desarrollo Nacional en los términos de referencia ET 05 - Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) de mayo de 2021, su contenido lo conforman adicionalmente temas específicos, su lectura debe sobrepasar capítulos y temas específicos. Se recomienda una lectura integrada y completa, partiendo de una visión de territorio que resulte en el entendimiento integrado del mismo.

Con el fin de asegurar que el Proyecto cumple con las políticas aplicables de la Banca Multilateral, la tabla a continuación resume los aspectos ambientales y sociales principales y de su alineamiento con las políticas. El análisis de brechas permitió identificar qué aspectos ameritan mayor detalle o definición, con ello su incorporación dentro del EIAS.

Tabla 1. Análisis de Brechas

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
Impactos acumulativos	¿Se llevó a cabo una evaluación ambiental y social del proyecto para determinar los riesgos e impactos ambientales y sociales del proyecto durante todo su ciclo? ¿La evaluación es proporcional a los posibles riesgos e impactos del proyecto y estimó de manera integrada todos los riesgos e impactos ambientales y sociales directos, indirectos y acumulativos pertinentes durante todo el ciclo del proyecto?	Se incluyó análisis de impactos acumulativos en el capítulo 8 de evaluación de impactos parte 7, numeral 8.3.0.3.5	Dentro del análisis no se encontró un impacto significativo asociado al recurso hídrico por cuanto no hay afectación directa, tal como se consideraron en el capítulo 8, numeral 8.3.0.3.5.
Ruido (GUÍAS GENERALES (IFC))	1-Las medidas de mitigación y prevención del ruido se aplicarán cuando el impacto del ruido previsto o medido de las instalaciones u operaciones de un proyecto supere el nivel de ruido aplicable en el punto más sensible de recepción. El método preferido para controlar el ruido procedente de fuentes estacionarias es la implementación de medidas de control del ruido en origen. Los	1-Dentro del documento se establecen las medidas asociadas a reducir los excesos de niveles de ruido en el origen como lo manifiesta la Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad. Adicionalmente, se incorporan dentro del PMA ciertas prevenciones y controles con aras de ampliar las mismas a lo establecido dentro de la Guía.	1-Se identificaron ciertas medidas de manejo y control en las "Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad" las cuales fueron incluidas dentro del documento ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL -L2MB -PMA- numeral 10.1.3.8.Programas de manejo de ruido con el fin de ampliar a lo requerido dentro del documento anteriormente nombrado



Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
	métodos para prevenir y controlar las fuentes de emisiones de ruidos dependen de la fuente y la proximidad de los receptores.		
	2-Los impactos de ruido no podrán superar los niveles recogidos en la Tabla 1.7.1, ni podrán derivar en un incremento máximo de los niveles del ruido de fondo de 3 dB en el receptor más próximo.	2-Para los niveles de ruido obtenidos por los modelos se resalta que actualmente (escenario sin proyecto) hay una dinámica de incumplimiento normativo, (establecido por la Resolución 0627 del 2006 del MADS (norma Colombiana), asociado al alto flujo vehicular que transita por las zonas aledañas al proyecto. Sin embargo, los resultados de los modelos del los escenarios de construcción y operación del proyecto sin tener en cuenta los aportes del escenario de Línea base, se obtuvo para estos escenarios más críticos una dinámica hacia el cumplimiento normativo. Ahora bien haciendo la comparación respecto a la Tabla 1.7.1-Guías de nivel de ruido del documento "Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad" se pudo establecer que el proyecto no generará excedencias normativas de los límites máximos que dicta la tabla anteriormente nombrada.	2-No se identificaron brechas asociadas a lo límites establecidos en tabla del documento "Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad"
	3-Integridad estructural de los lugares de trabajo. Los lugares permanentes y habituales de trabajo deben estar diseñados y equipados de acuerdo con unos criterios de protección de la salud y la seguridad ocupacional	3-En documento ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL -L2MB -PMA- numeral 10.1.3.8.Programas de manejo de ruido se establecen medidas de protección generales en cuanto a elementos de protección personal auditiva. De esta manera, se amplían las medidas de manejo en documento de PMA -L2MB conforme a lo establecido en el documento "Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad"	3-Se identifica unas brechas en cuanto a las posibles medidas de manejo en los entornos de trabajos. Se amplían para el documento PMA - L2MB.
Ruido (GUÍAS FÉRREAS (IFC))	4-El ruido asociado con los ferrocarriles procede de distintas fuentes, cada una de las cuales contribuye a la producción total de ruido. Las fuentes incluyen el ruido de balanceo generado por el contacto entre las ruedas y las vías durante el movimiento normal del tren y durante el frenado; el ruido aerodinámico generado por el empuje del aire del tren (especialmente en los trenes de alta velocidad); y el ruido de tracción generado por el motor y por los ventiladores de refrigeración	4-Para llevar a cabo la modelación del tren asociado a L2MB se empleó el sistema de frenado electromecánico y por fricción donde la predominancia es por frenado de fricción ya que es la condición más crítica de emisión de ruido del tren. Sin embargo, este freno por fricción está compuesto por pastillas las cuales no generarán chirridos de freno sin dejar de cumplir con las demás características de rendimiento. Del mismo modo para mitigar los excesos de ruido que se pueden generar con la operación del tren a la altura del patio taller, una vez el tren sale del viaducto y entra a la plataforma elevada, se emplean pantallas las cuales mitigan cual quiere exceso de	4- Se identifican unas brechas en cuanto a las medidas de manejo de la prevención de ruido en origen del sistema de rodadura del tren las cuales se incluyen dentro del documento ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL -L2MB -PMA- numeral 10.1.3.8.Programas de manejo de ruido con el fin de ampliar a lo requerido dentro del documento anteriormente nombrado.

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
		ruido que pueda alterar los niveles de ruido que las edificaciones aledañas puedan llegar a percibir.	
Emisiones al aire y calidad del aire ambiente	Garantizar que las emisiones generadas por el proyecto no produzcan concentraciones contaminantes que igualen o superen las permitidas por las normas y las guías sobre calidad del ambiente en aplicación de la legislación nacional, o en su ausencia, de las actuales Guías de Calidad del Aire de la OMS10 (véase Tabla 1.1.1), o de otras fuentes reconocidas internacionalmente	A partir de la estimación de las emisiones atmosféricas en el área de estudio, por medio de factores de emisión, (como se presenta en el numeral 5.2.3.3.4.11. Factores de emisión), tanto para el escenario de línea base como para el escenario de construcción del proyecto, se determinaron los valores de entrada a cada simulación computacional. Posterior al análisis de cada uno de los resultados encontrados, (numeral 5.2.3.3.4.12. Resultados de la modelación con AERMOD View), se determinó que desde la línea base hay zonas en las que se evidencian excedencias normativas al comparar los valores con la normatividad colombiana (resolución 2254 de 2017), principalmente para el contaminante PM10, en las zonas de la calle 72 con carrera 68, calle 72 con Avenida Ciudad de Cali y gran parte del corredor de la Avenida Ciudad de Cali, por lo cual, al analizar los resultados de las modelaciones para el escenario de construcción del proyecto, se evidenció que el impacto en estas zonas ya alteradas no iba a cambiar el estado de la calidad del aire por el efecto de la construcción del proyecto. El análisis se realizó para todos los contaminantes evaluados.	<p>Se identificaron las siguientes brechas al comparar los límites máximos permisibles de niveles de inmisión (concentraciones), de la normatividad colombiana (resolución 2254 de 2017) comparado con la Guía de Calidad del Aire de la OMS (Tabla 1.1.1):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Para dióxido de azufre (SO₂): la normativa nacional contempla un máximo de 50 ug/m³ para un tiempo de exposición de 24 horas, el cual es equivalente al objetivo intermedio 2 de la Guía de Calidad del Aire de la OMS. No obstante, el valor guía de la OMS es de 20 ug/m³. Si bien los resultados no excedieron la normativa nacional, el valor de 30 ug/m³ se superó en una área pequeña en los alrededores de los frentes de obra de las construcciones del pozo 3 y la estación 3 (Calle 72 con Carrera 68). - Para dióxido de nitrógeno (NO₂): la normativa nacional contempla un máximo de 60 ug/m³ para un tiempo de exposición anual, no obstante, el valor guía de la OMS es de 40 ug/m³. - Para material particulado menor o igual a 10 micras (PM₁₀): la normativa nacional contempla un máximo de 50 ug/m³ y 75 ug/m³ para tiempos de exposición anuales y de 24 horas respectivamente, los cuales son equivalentes a los objetivos intermedios 2 y 3 de la guía de la OMS respectivamente. No obstante, el valor guía es de 20 ug/m³ y 50 ug/m³ para cada tiempo de exposición. - Para material particulado menor o igual a 2.5 micras (PM_{2.5}): la normativa nacional contempla un

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
			máximo de 25 ug/m3 y 37 ug/m3 para tiempos de exposición anuales y de 24 horas respectivamente, los cuales son equivalentes a los objetivos intermedios 2 y 3 (37,5 ug/m3) de la guía de la OMS respectivamente. No obstante, el valor guía es de 10 ug/m3 y 25 ug/m3 para cada tiempo de exposición.
	En lo que respecta a las instalaciones, se aconseja que el impacto se determine a través de evaluaciones cualitativas o cuantitativas utilizando un análisis de referencia de la calidad del aire y modelos de dispersión atmosférica para calcular posibles niveles de concentración terrestre. A la hora de elaborar los modelos de dispersión, protección contra los efectos de corrientes, turbulencias o inclemencias atmosféricas, estructuras próximas 13 y características del terreno, es recomendable recurrir a datos locales sobre estado de la atmósfera, clima y calidad del aire ambiente. El modelo de dispersión que se utilice deberá estar homologado internacionalmente, o al menos ser equiparable	La determinación del impacto se evaluó por medio de la aplicación de un modelo de dispersión de contaminantes atmosféricos, el cual se presenta detalladamente en el numeral 5.2.3.3.4. Modelo de dispersión de contaminantes. Las simulaciones computacionales se desarrollaron por medio de un software avalado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA) y reconocido por las principales autoridades ambientales alrededor del planeta, el cual es el AERMOD View. Cada escenario de simulación se desarrolló en un contexto meteorológico típico para el área de estudio, con información completa para el año 2021, por lo cual se pudieron extraer los periodos críticos en términos meteorológicos, como por ejemplo bajas alturas de capa de mezcla, turbulencias atmosféricas, inversiones térmicas, periodos secos y periodos de lavados atmosféricos, entre otras variables sensibles a la hora de determinar la estabilidad atmosférica y la dispersión de contaminantes en el aire.	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
	Proyectos ubicados en atmósferas degradadas o en zonas ecológicamente sensibles: Las instalaciones o proyectos ubicados en áreas con mala calidad del aire 14, y las situadas dentro o en las proximidades de zonas declaradas como ecológicamente sensibles (por ejemplo, parques nacionales), deberán garantizar que los incrementos en los niveles de contaminación sean tan pequeños como sea posible, y que no superen una parte de las guías o normas sobre calidad del aire media anual o a corto plazo establecidas en la evaluación	A partir de la modelación de dispersión de contaminantes atmosféricos, se encontró que las áreas hasta donde se extiende el impacto por alteración en la calidad del aire, no compromete el cambio en el estado de la calidad del recurso atmosférico. En otras palabras, las concentraciones estimadas por la construcción del proyecto, representan aportes poco significativos (en promedio menos del 10% en las zonas más críticas), lo cual permite establecer que no hay un cambio en el estado de la calidad del aire que afecte o perjudique significativamente a la población expuesta o cualquier receptor ubicado en el área de influencia del proyecto.	No se encontraron brechas asociadas al proyecto

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
	ambiental específica para el proyecto		
	Partículas sólidas (PM) El contaminante más común presente en las emisiones de fuentes fugitivas es el polvo, o las partículas sólidas (PM). Este elemento se libera durante determinadas operaciones, como el transporte o almacenaje al aire libre de materiales sólidos, así como desde superficies de tierra descubiertas, como carreteras sin asfaltar.	Se incorporó en el EIAS modos de prevención y control, tales como Uso de métodos de control de polvo, como toldos, eliminación con agua o aumento del nivel de humedad en los almacenamientos de materiales al aire libre.	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
	Seguimiento Los programas de seguimiento de las emisiones y la calidad del aire proporcionan información que permiten evaluar la efectividad de las estrategias de control de emisiones. Es recomendable la puesta en marcha de un proceso sistemático de planificación, a fin de garantizar que los datos obtenidos son los adecuados para los fines que se buscan (y de evitar la recopilación de datos innecesarios).	Se incorporó en el EIAS un programa de seguimiento de la calidad del aire	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
Gases de efecto invernadero (GEI)	Entre los sectores susceptibles de sufrir potenciales emisiones significativas de gases de efecto invernadero (GEI) ²² se encuentran el energético, el de transporte y el de la industria pesada (por ejemplo, cementeras, fábricas de hierro/acero, fusión de aluminio, industrias petroquímicas, refinerías petrolíferas, fábricas de fertilizantes), así como la agricultura, la industria forestal y la de manejo de residuos. Los gases de efecto invernadero se originan a partir de las emisiones directas procedentes de instalaciones ubicadas dentro de los límites físicos del proyecto, mientras que las emisiones indirectas están asociadas a la generación de la energía externa utilizada en el proyecto.	Se tuvieron en cuenta en el EIAS, las siguientes son recomendaciones para la reducción y el control de los gases de efecto invernadero: - Financiación y cálculo de la huella de carbono; - Fomento de la eficiencia energética; - Protección de sumideros; - Promoción, desarrollo y mayor uso de energías renovables;	No se encontraron brechas asociadas al proyecto

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
Aguas residuales y calidad del agua ambiente	Vertidos a aguas superficiales Los vertidos de aguas residuales procedentes de procesos, sistemas sanitarios y sistemas auxiliares o de aguas pluviales a aguas superficiales no deberán contener concentraciones de contaminantes superiores a los criterios locales referentes a la calidad del agua ambiente o, en ausencia de criterios locales, otras fuentes de datos sobre la calidad del agua ambiente	No hay vertimiento a aguas superficiales	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
	Vertidos a sistemas sanitarios de alcantarillado Las aguas residuales industriales, domésticas, o procedentes de actividades de servicios públicos o aguas pluviales vertidas a los sistemas de tratamiento tanto públicos como privados deberán adecuarse a las especificaciones siguientes: -Cumplir los requisitos de tratamiento previo y control del sistema de alcantarillado en el que se efectúa el vertido. -No interferir, de manera directa ni indirecta, con el funcionamiento y el mantenimiento de los sistemas de recogida y tratamiento, ni representar riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores, como tampoco repercutir negativamente en las características de los residuos generados a partir de operaciones de tratamiento de aguas residuales. -Los vertidos deberán realizarse en sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales o centralizados, con capacidad para cumplir las normas establecidas en cuanto a las aguas residuales generadas en el proyecto.	Los vertidos de aguas residuales se realizan en sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales o centralizados (EAAB), que tiene la capacidad para cumplir las normas establecidas en cuanto a las aguas residuales generadas en el proyecto	No se encontraron brechas asociadas al proyecto

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
	Aguas residuales industriales Las aguas residuales generadas a partir de actividades industriales incluyen las originadas en procesos, las provenientes de actividades de los sistemas auxiliares, la evacuación de procesos, áreas de procesos y almacenamiento temporal de materiales, además de otras actividades, como las de operaciones de laboratorios, talleres de mantenimiento de equipos, etc	Se diseñó una planta API para atender las aguas residuales industriales de las zonas de cocheras y de taller y mantenimiento. El separador API se usa para separar el aceite del agua residual y retener los sólidos y líquidos no miscibles, separables por gravedad. Un separador API, es una estructura que trabaja por diferencia de velocidades y gravedades específicas del aceite respecto al agua. En este sistema, el sobrenadante (aceite flotante) es removido del agua mediante desnatadores que recolectan el aceite para ser dispuesto posteriormente.	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
Conservación del agua	Estos programas deberán promover una reducción continuada del consumo de agua y conseguir economizar el bombeo de agua y los costes de tratamiento y eliminación. Entre las medidas aplicables en este sentido se incluyen técnicas de seguimiento y manejo del agua; reciclado del agua empleada en los procesos y del agua de refrigeración y calefacción, reutilización y otras técnicas; y técnicas de conservación del agua sanitaria.	En el capítulo 10 del EIAS se tiene un programa llamado Gestión para el uso eficiente del agua, el cual tiene como objetivo desarrollar e implementar acciones que permitan hacer el uso eficiente del agua, en las instalaciones del Proyecto Metro. Se establecen las actividades a implementar relacionadas con las medidas de control al uso del agua. 1. Realizar el diagnóstico de consumo de agua 2. Formular el plan de gestión de uso eficiente del agua 3. Realizar el levantamiento de la línea base del uso de agua en cada uno de los sitios donde se haga uso del recurso 4. Revisión periódica y mantenimiento de las redes de distribución 5. Formulación e implementación de estrategias que conduzcan al uso eficiente del agua 6. Seguimiento a la ejecución de las oportunidades de mejora de los sistemas sanitarios, de distribución de agua 7. Medición y seguimiento a los consumos de agua 8. Ejecución de campañas de sensibilización sobre ahorro de agua 9. Establecer cronograma de inspecciones	No se encontraron brechas asociadas al proyecto, ya que en este caso no aplican los lineamientos y recomendaciones asociados a procesos industriales.
Manejo de residuos peligrosos	Manejo de residuos peligrosos Los residuos peligrosos siempre se tendrán que separar de los residuos no peligrosos. Si no se puede evitar la generación de residuos peligrosos mediante la implementación de las prácticas de manejo general de los residuos descritas anteriormente, su	Se tienen previstos dos programas uno para residuos sólidos convencionales y otro de residuos peligrosos, que establecen medidas para los posibles impactos. Estos PMA's se encuentran en los numerales 10.3.3 y 10.3.4.	No se encontraron brechas asociadas al proyecto.

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
	manejo se deberá centrar en la prevención de los daños a la salud, seguridad y al medio ambiente,		
Manejo de residuos	Manejo general de los residuos Las siguientes orientaciones son aplicables al manejo de residuos peligrosos y de residuos no peligrosos. Más adelante se facilitan orientaciones adicionales específicas para los residuos peligrosos. El manejo de los residuos se deberá tratar a través de un sistema de manejo de residuos que aborde los aspectos relacionados con la reducción al mínimo, generación, transporte, eliminación y seguimiento de los residuos	Se tienen previstos dos programas uno para residuos sólidos convencionales y otro de residuos peligrosos, que establecen medidas para los posibles impactos. Estos PMA's se encuentran en los numerales 10.3.3 y 10.3.4.	No se encontraron brechas asociadas al proyecto.
Suelos contaminado s	Los suelos contaminados pueden ser los suelos superficiales o subsuelos que, a través de las operaciones de lixiviado y de transporte podrían afectar a las aguas subterráneas, las aguas superficiales y los emplazamientos adyacentes. Cuando las fuentes de contaminación de los subsuelos contienen sustancias volátiles, el vapor del suelo también puede convertirse en un medio de transporte y un factor de riesgo, y puede constituir un potencial de filtración de sustancias contaminantes en los espacios de aire en el interior de los edificios.	Se tiene previsto dentro de las técnicas de remediación la remoción de vapores. Para ello se lleva a cabo la aplicación de vacío al suelo a través de pozos de extracción con el fin de crear un gradiente de presiones que produce el flujo, a través del suelo, de los compuestos volátiles hacia el pozo de extracción. Posteriormente, si es necesario, se tratan los vapores para eliminar o recuperar los contaminantes. Lo anterior se encuentra contemplado dentro del numeral 10.1.3.6. del PMA.	No se tuvo en cuenta como factor de riesgo dado que las concentraciones de los compuestos orgánicos volátiles en el suelo (COV's) se encuentran por debajo de los Límites Genéricos Basados en Riesgos (LGBR) establecidos en el manual del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007. Sin embargo, dentro del PMA se establecen medidas de remediación en caso de que se presenten concentraciones por encima de los límites establecidos.
Hidrogeología	- El efecto potencial de la utilización de las aguas superficiales o subterráneas para actividades del proyecto deberá ser evaluado adecuadamente mediante una combinación de pruebas sobre el terreno y técnicas de creación de modelos, teniendo en cuenta la variabilidad estacional y los cambios previstos de la demanda en el área del proyecto. Las actividades del proyecto no deben	El proyecto no contempla la utilización del agua subterránea en sus distintas fases. Se desarrolló dentro del EIA (numeral 5.2.2.5.12. Modelo hidrogeológico numérico - MHN) un modelo hidrogeológico numérico que permitió identificar los potenciales impactos al sistema de aguas subterráneas, siendo estos inexistentes.	No se encontraron brechas asociadas al proyecto. "Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad"

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
	poner en peligro la disponibilidad de agua para las necesidades de salud personal y deben tener en cuenta los posibles aumentos futuros de la demanda.		
	- Cuando sea necesario realizar más investigaciones para evaluar la importancia de posibles impactos, ¿el Proyecto llevará a cabo tareas adicionales de investigación o seguimiento antes de emprender actividades relacionadas con el proyecto, y antes de tomar decisiones irrevocables sobre el diseño del proyecto que podrían causar impactos adversos significativos en hábitats susceptibles de verse afectados y en la biodiversidad que éstos sustentan?	Como parte de los diseños y EIAS elaborados se desarrolló una abundante campaña de caracterización del sistema hidrogeológico y de seguimiento y monitoreo (Ver numeral 11.2.5. Seguimiento y monitoreo a niveles freáticos) que permitió la evaluación de posibles impactos, sin embargo, en la fase de diseño detallado esta información podrá ser complementada respondiendo a requerimientos adicionales que puedan surgir en dicha fase, en cuyo caso se deberán llevar a cabo las investigaciones y/o seguimientos que corresponda para evaluar potenciales impactos específicos, previamente a la toma de cualquier decisión que pueda ocasionar efectos adversos en los diferentes sistemas.	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
	-¿La evaluación incluyó la caracterización de las condiciones de la línea de base hasta un grado que sea proporcional a los riesgos anticipados y la magnitud de los impactos, y específico de esos riesgos y esa magnitud. ?	El desarrollo de la línea base desde el componente hidrogeológico quedó incluido en el Modelo Hidrogeológico Conceptual, con sus cuatro estudios básicos correspondientes: caracterización geológica (configuración y características de las formaciones geológicas presentes en el área de estudio), hidrológica (análisis de recarga por infiltración), hidráulica (caracterización de propiedades hidrogeológica y de niveles piezométricos) e hidrogeoquímica del sistema; dicha caracterización es la que corresponde para las particularidades del proyecto y permitió desarrollar, a lo largo del área de estudio, la caracterización de impactos y riesgos potenciales para el sistema de aguas subterráneas y elementos relacionado de agua superficial (canales que atraviesan el área de estudio y humedal Juan Amarillo).	No se encontraron brechas asociadas al proyecto

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
	Asimismo, ¿se identificaron y evaluaron los posibles impactos adversos relacionados con el proyecto y se aplicó 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 ?	En el capítulo de impactos (Numeral 8.1.1.2.3. Afectación al componente de aguas subterráneas) se presentan los potenciales impactos para el sistema de aguas subterráneas y cuerpos de agua superficial (siendo de especial interés el humedal Juan Amarillo), identificándose que producto de la naturaleza de los suelos y del sistema constructivo utilizado, no se presenta afectación en la dinámica de intercambio del sistema ni en la superficie freática, evitando afectación sobre la biodiversidad del área. En todo caso, en la eventualidad de identificarse caudales de infiltración al sistema (que puedan generar algún tipo de impacto), en el capítulo de plan de gestión de riesgo (numeral 12.3.2.4. Procedimientos Operativos Normalizados PON) se encuentra el proceso operativo ante fallas en el sistema de impermeabilización, en donde se señala que se dispondrá de un sistema de reinyección o de inyecciones locales con cementos y/o morteros epóxicos o recristalización para sellado de cualquier filtración; intervenciones que se llevarán a cabo de manera inmediata una vez se identifique el deterioro o pérdida del sello entre los módulos.	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
Construcción y desmantelamiento	Ruidos y vibraciones Durante las actividades de construcción y desmantelamiento, se pueden producir ruidos y vibraciones debido al funcionamiento de martinetes, equipos de excavación y equipos para movimiento de tierras, hormigoneras, grúas y transporte de los equipos, materiales y personas	Ruido: En cuanto a lo procesos constructivos las modelaciones de ruido arrojaron que los niveles de ruido asociados a las emisiones de la maquinaria empleada para los diferentes frentes de obra no generan excedencia normativas tanto la norma colombiana (Resolución 0627 del 2006 del MADS) como para los Límites establecidos dentro de la Tabla 1.7.1-Guías de nivel de ruido del documento "Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad". Adicionalmente, dentro del documento ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL -L2MB -PMA- numeral 10.1.3.8.Programas de manejo de ruido, se establecen todas las medidas de manejo y control inscritas tanto dentro de la norma colombiana como dentro de las Guías del IFC. Vibraciones: La caracterización de los niveles de vibración para la condición con proyecto se desarrolló siguiendo la metodología propuesta por la FTA (2018). Para el escenario de construcción las áreas en donde se espera una alteración en los niveles de vibración corresponden a la zona de estaciones, los pozos, los puntos de entrada y salida	Ruido: Las brechas identificadas de este aspecto (Construcción y desmantelamiento) se incluyen más arriba en el componente de Ruido Vibraciones: No se encontraron brechas asociadas al proyecto

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
		de la máquina tuneladora, los pozos, la zona de la trinchera y las zonas contiguas a las fundaciones del tramo elevado que se localizan aproximadamente desde la abscisa K14+500 hasta la zona de patio taller.	
Construcción y desmantelamiento (4.1 Medio ambiente)	Manejo de escorrentía Segregar o desviar el agua de lluvia limpia para evitar que se mezcle con aguas con alto contenido de partículas sólidas, con el fin de reducir al mínimo el volumen de agua que deberá ser tratada antes de la descarga	Para manejo de la escorrentía superficial en los tramos a superficie de la L2MB y en las estaciones que requiera manejo de la escorrentía se proyectan obras de drenaje las cuales descargan las aguas captadas al alcantarillado pluvial. Estas obras se presentan en los documentos de diseños detallados realizados para el proyecto.	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
	Perturbaciones en las masas de agua Dependiendo de la posibilidad de impactos adversos, instalar estructuras de arco (por ejemplo, puentes de un solo vano) para permitir que las carreteras salven cauces fluviales		No aplica
	Perturbaciones en las masas de agua Limitar la duración y el ritmo de las actividades que se realizan dentro del cauce con el fin de evitar periodos críticos para los ciclos biológicos de la fauna y la flora (por ejemplo, migración, reproducción, etc.)		No aplica teniendo en cuenta que no se realizarán ocupaciones de cauces
	Perturbaciones en las masas de agua Con respecto a los trabajos que se realicen dentro del cauce, se recomienda utilizar técnicas de aislamiento tales como la instalación de bermas o derivaciones durante el proceso de construcción para limitar la exposición de las corrientes de agua a perturbaciones de los sedimentos		No aplica

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
	Calidad del aire Las actividades de construcción y desmantelamiento pueden dar lugar a emisiones de polvo causadas por una combinación de excavaciones in situ, el movimiento de los materiales de la tierra, el contacto de la maquinaria de construcción con el suelo sin cubierta vegetal y la exposición al viento de este tipo de suelo descubierto y de las tuberías de desagüe	En el proyecto se analizaron las actividades de construcción que pueden dar origen a emisiones	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
	Excavaciones y espacios confinados A continuación se enumeran algunos ejemplos de espacios confinados que se pueden encontrar en los emplazamientos en construcción o demolición: silos, cubas, tolvas, tanques subterráneos, tanques, alcantarillas, conductos y pozos de acceso. Las zanjas y fosas también se pueden considerar espacios confinados cuando el acceso o la salida es limitada	Para el tema de las excavaciones y manejo de espacios confinados el EIA cumple con un PMA llamado Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y adicionalmente se maneja uno llamado Programa de manejo de obras subterráneas en el cual se estipulan todos los manejos y medidas que tienen en cuenta para la construcción del túnel.	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
Hábitat terrestres y acuáticos	Alteración y fragmentación de hábitat terrestres y acuáticos. Evitar la fragmentación o destrucción de hábitat esenciales terrestres y acuáticos mediante la ubicación de ferrocarriles, patios ferroviarios, instalaciones auxiliares y carreteras de mantenimiento para evitar estos lugares o empleando los corredores de transporte siempre que sea posible. En caso de que no pueda evitarse la fragmentación de hábitats esenciales, se maximizará la disponibilidad de pasos para animales (por ejemplo puentes, canales y pasos elevados) y se proporcionarán cámaras de enlace para facilitar la huida de animales pequeños de la zona de ferrocarriles	No hay fragmentación ni intervención de hábitat terrestres y acuáticos generados por L2MB. El trazado del proyecto en el cruce del humedal Juan Amarillo, en el Club los Lagartos y en los Canales Salitre, Cafam y el río Salitre se realiza de forma subterránea.	No se encontraron brechas asociadas al proyecto

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
Hábitat terrestres y acuáticos	Alteración y fragmentación de hábitat terrestres y acuáticos. Cuando sea inevitable el cruce de las vías del ferrocarril por cursos de agua, se mantendrá el flujo del agua y el acceso de los peces utilizando puentes de luz libre, canales abiertos en la cara inferior y otros métodos pertinentes.	El proyecto no tiene afectación sobre cuerpos de agua a nivel superficial, el cruce sobre el brazo del humedal Juan Amarillo se llevará a cabo a nivel de subsuelo y bajo unas condiciones constructivas controladas, por ende no hay impactos ni repercusiones sobre los componentes del medio biótico	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
Hábitat naturales	Afectación de hábitat naturales	Se interviene 0,02 ha de Bosque de galería y ripario localizado en el extremo noroccidental del patio taller, cuyo manejo es de tipo compensatorio. Se establece un Plan de compensación por pérdida de biodiversidad, donde se formulan acciones de restauración en 0,165 ha localizadas en el humedal La Conejera. Capítulo 15 Plan de compensación por pérdida de biodiversidad.	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
Fauna	Evitar las actividades de construcción durante la temporada de cría y otras estaciones o momentos del día sensibles, especialmente cuando puedan afectar a especies en peligro de extinción o amenazadas	Se incluyen actividades preventivas, mitigadoras y compensatorias para evitar la afectación de la fauna en el PMA de manejo de fauna (10.1.4.5. Programa de manejo de fauna). Las actividades serán menores en horarios de picos de actividad de fauna (particularmente avifauna por su grado de sensibilidad), igualmente, se realizará monitoreo de especies con distribución restringida y migratorias. Se instalarán medidas para reducir accidentalidad y se mitigaran los efectos del ruido y la iluminación durante toda la construcción para prevenir la afectación sobre la fauna silvestre.	El proyecto tiene en cuenta las especies sensibles y se minimizaran las actividades que las puedan afectar, teniendo en cuenta sus períodos críticos (temporada, hora del día, áreas de interés), si bien esto ocurre, las actividades constructivas no serán suspendidas en su totalidad durante estos momentos.
Flora / Vegetación	Implementar un enfoque integrado de manejo de la vegetación (IVM). La zona de las vías se mantendrá totalmente limpia de vegetación. Desde los límites de la zona de vías hasta la frontera de los derechos de paso, la vegetación puede estructurarse con plantas de menor tamaño cerca de la vía y árboles de mayor envergadura lejos de la misma para proporcionar hábitats a una amplia variedad de plantas y animales	10.1.4.3. Programa de manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje 10.1.4.4. Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística	El proyecto L2MB al ser un metro subterráneo su alineamiento férreo queda a varios metros de profundidad, por lo que el manejo integral de la vegetación está enfocado para las obras superficiales de acuerdo con los diseños de paisajismo.

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
	Plantar especies autóctonas, eliminando las especies vegetales invasivas	10.1.4.2. Programa de manejo silvicultural 10.1.4.3. Programa de manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje 10.1.4.4. Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística Capítulo 15. Plan de compensación por pérdida de biodiversidad En los previos programas se hace la aclaración que sólo se incluirán especies nativas y se listan aquellas consideradas como aptas, para el caso de las zonas de compensación en humedales sólo se incluyen aquellas previamente presentes en dichos humedales	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
	Diseñar y mantener los ferrocarriles para impedir el crecimiento de plantas en la zona de las vías (por ejemplo proporcionando barreras laterales contra la migración de plantas y garantizando un rápido drenaje de la zona de vías)	No Aplica	El proyecto L2MB al ser un metro subterráneo, el alineamiento férreo queda a varios metros de profundidad, por lo que no aplicaría el diseño de barreras laterales para el control de la vegetación.
	Adoptar medidas biológicas, mecánicas y térmicas de control de la vegetación siempre que sea posible, y evitar el empleo de herbicidas químicos en el talud situado fuera de la zona de transición (aproximadamente a 5 metros de las vías)	10.1.4.1. Programa de manejo y remoción de cobertura vegetal y descapote 10.1.4.2. Programa de manejo silvicultural Capítulo 15. Plan de compensación por pérdida de biodiversidad Se incluyen las medidas para el manejo de la vegetación, algunas de las cuales se listan a continuación: Estas no incluyen el uso de herbicidas químicos	No se encontraron brechas asociadas al proyecto pues no se incluye el uso de herbicidas
	Minimizar la eliminación de la vegetación ribereña durante la construcción	No hay un desmonte de dichas zonas porque no las intervendrá el proyecto	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
	Evitar o minimizar el desmonte de mantenimiento en las zonas ribereñas	No hay un desmonte de dichas zonas porque no las intervendrá el proyecto	No se encontraron brechas asociadas al proyecto

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
Biodiversidad	Evitar la introducción de especies invasivas durante las actividades de reposición, preferentemente mediante el uso de especies vegetales autóctonas y, cuando sea posible, eliminar las especies invasivas durante el mantenimiento rutinario de la vegetación	10.1.4.1. Programa de manejo y remoción de cobertura vegetal y descapote 10.1.4.2. Programa de manejo silvicultural 10.1.4.3. Programa de manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje 10.1.4.4. Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística Capítulo 15. Plan de compensación por pérdida de biodiversidad En los previos programas se hace la aclaración que sólo se incluirán especies nativas y donde sea posible se realizará el control de las especies invasivas	No se encontraron brechas asociadas al proyecto
Social	Se debe adelantar la caracterización de la población sujeto de reasentamiento	Se relaciona el proceso adelantado con el IPES, no obstante por directriz de dicha entidad no se realizó la caracterización de los locatarios de la plaza de mercado del 12 de octubre	Para la siguiente etapa en el marco del Convenio con el IPES es necesario adelantar la caracterización de los locatarios de la Plaza de Mercado del 12 de octubre. En el PAR de debe incluir socializaciones previas a la implementación.
Participación	Participación de las Partes Interesadas y Divulgación de Información	El EIAS cumple con lo relacionado en los estándares	No se identifican brechas
Higiene y seguridad ocupacional EAS 2 Trabajo y Condiciones Laborales	El contratista notificará al Banco sin demora todo incidente o accidente relacionado con el proyecto que tenga o pueda tener un efecto adverso significativo en el ambiente, las comunidades afectadas, el público o los trabajadores. La notificación deberá brindar suficientes detalles sobre el incidente o accidente, incluidas las muertes o lesiones graves. El Prestatario tomará medidas en forma inmediata para abordar el incidente o accidente y evitar que vuelva a ocurrir, de conformidad con las leyes nacionales y los EAS.	Capítulo 14 Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, numeral 14.8.7 Procedimiento de reporte e investigación de accidentes, incidentes y enfermedades laborales Anexo PR-09 Reporte, investigación y registro de incidentes, enfermedades laborales y eventos ambientales, el cual enfatiza en la Resolución 1401 de 2007	Brecha identificada y cumplida: Se incluye dentro del procedimiento y en el capítulo la forma de reporte según estándares de la banca
Higiene y seguridad ocupacional EAS 2 Trabajo y Condiciones	Impedir el uso de todas las formas de trabajo forzado y trabajo infantil. (Estándar Ambiental y Social 2: Trabajo y Condiciones Laborales del Banco Mundial	Capítulo 14. Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, numeral 14.6.6.3 Código de conducta	Brecha identificada y cumplida: Se identifica dentro del documento la no referencia del Código de conducta

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
Laborales			
Higiene y seguridad de la comunidad EAS 4 Salud y Seguridad de la Comunidad	El contratista identificará, evaluará y efectuará el seguimiento de 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	Dar cumplimiento a la Resolución 20223040040595 de 2022: Por la cual se adopta la metodología para el diseño, implementación y verificación de los Planes Estratégicos de Seguridad Vial y se dictan otras disposiciones.	Brecha identificada: el contratista de obra deberá implementar la Política de seguridad vial, así como el Plan Estratégico de Seguridad Vial, se adjuntan las fichas SST para guía: ficha SST 14.12.2 Programa de Maquinaria y equipos, 14.12.3 Manejo de Vehículos, 14.12.4 Traslado de Equipos y Carga, 14.12.12 Señalización en Seguridad y Salud en el Trabajo, así como las que el contratista de obra identifique.
Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para ferrocarriles	Los riesgos que la construcción de los sistemas ferroviarios entraña para la higiene y la seguridad en el trabajo son similares a los que se producen en la mayoría de las instalaciones industriales; su prevención y control se analizan en las Guías generales sobre medio ambiente, salud y seguridad. Otras cuestiones relacionadas con la higiene y la seguridad específicas de las operaciones ferroviarias incluyen: Cansancio	Capítulo 14. Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, numerales 14.14.2 Programa de Maquinaria y equipos. 14.14.3 Manejo de Vehículos.	Brecha identificada: el contratista de obra deberá implementar dentro de la Política de seguridad vial, así como el Plan Estratégico de Seguridad Vial, la realización de un programa de cansancio y fatiga para conductores, operadores y personal que aplique, donde incluyan turnos de trabajo adecuados, descansos, jornada laboral, entre otros.
Plan de respuesta para emergencias - 3.3 Seguridad y prevención de incendios - (Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad - GUÍAS GENERALES : HIGIENE Y SEGURIDAD DE LA COMUNIDAD)	Un Plan de Respuesta para Emergencias es un conjunto de procedimientos basados en las distintas situaciones que pueden darse elaborados para ayudar al personal y el equipo de respuesta a las emergencias durante los ejercicios de entrenamiento y en situaciones reales de emergencia. Este apartado del Plan General de Seguridad y Prevención de Incendios debe incluir una evaluación de los servicios locales de prevención y extinción de incendios	En el Capítulo 12. Plan de Gestión de Riesgo de Desastres, de describen 12.3.2.4. Procedimientos Operativos Normalizados (PON). en donde se encuentran el plan de respuesta para emergencias para cada amenaza identificada	No se encontraron brechas asociadas al proyecto

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
<p>Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad</p> <p>FERROCARRILES - 1.1.1 Operaciones ferroviarias</p> <p>Las cuestiones ambientales asociadas con la construcción y el mantenimiento de la infraestructura ferroviaria, así como con la operación del material rodante (por ejemplo locomotoras y vagones)</p>	<p>Alteración y fragmentación del hábitat</p> <p>La construcción y mantenimiento del trazado ferroviario puede provocar la alteración o perturbación de hábitats terrestres y acuáticos.</p>	<p>No hay fragmentación ni intervención de hábitat terrestres y acuáticos generados por L2MB. El trazado del proyecto en el cruce del humedal Juan Amarillo, en el Club los Lagartos y en los Canales Salitre, Cafam y el río Salitre se realiza de forma subterránea.</p>	<p>No se encontraron brechas asociadas al proyecto</p>
	<p>Emisiones a la atmósfera</p> <p>Los motores de locomotora pueden contribuir cantidades significativas de contaminación en el aire en las zonas urbanas, especialmente en la proximidad de los patios ferroviarios</p>	<p>No se evaluó la contribución de contaminantes en el aire toda vez que el mecanismo de generación de energía para el movimiento de los trenes es eléctrico y no cuenta con motores de combustión interna típicos de locomotoras.</p>	<p>No se encontraron brechas asociadas al proyecto</p>
	<p>Residuos</p> <p>Dependiendo del número de pasajeros implicado y de los servicios provistos, los trenes y las terminales de trenes de pasajeros pueden generar residuos alimentarios sólidos, no peligrosos, procedentes de los establecimientos de comida, además de envases procedentes de los establecimientos</p>	<p>Se tienen previstos dos programas uno para residuos sólidos convencionales y otro de residuos peligrosos, que establecen medidas para los posibles impactos. Estos PMAs se encuentran en los numerales 10.3.3 y 10.3.4.</p>	<p>No se encontraron brechas asociadas al proyecto</p>

Aspecto (estándares - guías IFC)	Resumen del Requerimiento de las Normas Aplicables	Estado en el EIAS - L2MB	Brechas Identificadas
	comerciales minoristas, papeles, periódicos y una amplia gama de contenedores de comida desechables procedentes de los trenes y de zonas comunes de pasajeros		

Fuente: FDN y UT MOVIUS

Reconociendo la cantidad de información y la complejidad de la evaluación ambiental requerida, el presente documento incorpora herramientas útiles que facilitan su navegación y entendimiento. Se incorporó el siguiente “*mapa mental*” en la portada de cada capítulo y subcapítulo que ubica al lector en el EIA, y que gráficamente muestra otros capítulos que soportan o relacionan información con aquel que se está leyendo. Adicionalmente se incluye en el anexo 0-5 la estructura y conformación del EIAS incluyendo los anexos y planos.



Figura 1. Mapa mental - Estructura del Estudio de Impacto Ambiental y Social

Para el caso del medio abiótico y a manera de ejemplo, para entender los resultados del modelo hidrogeológico que soportan el área de influencia abiótica, se requiere entender y conocer la base conceptual (modelo hidrogeológico conceptual), que se basa en la geología, hidráulica, hidrología e hidrogeoquímica del territorio. El mismo modelo hidrogeológico confirma que con relación a la modificación en la dinámica de intercambio, las valoraciones desarrolladas a lo largo de la línea subterránea incluyendo estaciones y pozos, permitieron establecer que ni durante construcción ni una vez entren en operación las obras, se producirá afectación alguna en referencia a la condición actual del sistema; las tasas de intercambio entre las unidades geológicas y las fuentes de agua superficial no presentan fluctuación una vez entra en operación la infraestructura.

Con relación a la modificación en la superficie freática, en conjunto con los resultados de la dinámica de intercambio del sistema, los resultados de la modelación no reflejan fluctuación en la superficie freática ni durante construcción ni una vez entra en operación el proyecto, salvo en lo que respecta los cambios asociados a la construcción de estaciones subterráneas y pozos, los cuales implican remoción de suelo. En este último caso el impacto se circunscribe al perímetro de las obras mencionadas y está asociado al reemplazo de los suelos existentes por las estaciones y los pozos.

Para el medio biótico de acuerdo con reporte del MADS, el proyecto L2MB no intersecta, áreas de las Reservas Forestales Nacionales o regionales, ni reservas forestales de Ley 2da de 1959, Estrategias Complementarias de Conservación, Ecosistemas Estratégicos, ni Reservas de la biosfera. Sin embargo reporta la intersección del proyecto L2MB con el sitio Ramsar, correspondiente al Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, situación que se sobrepone de manera subterránea. De igual manera, la consulta a Parques Nacionales Naturales no reportó traslape del proyecto con áreas de Parques Nacionales Naturales, ni Prioridades de Conservación Nacional CONPES 3680, ni superposición con áreas RUNAP.

Por lo anterior, no se encuentran en el área de intervención del proyecto áreas a nivel nacional ni regional que pertenezcan al Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP ni áreas CONPES 3680, ni páramos, ni reservas que hagan parte de la cuenca alta del río Bogotá; y las áreas con distinciones internacionales que se encuentran, sin ser categorías de manejo de áreas protegidas sino estrategias complementarias para la conservación de la diversidad biológica, corresponden al Sitio Ramsar humedal Juan Amarillo o Tibabuyes que hace parte del Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, y el AICA Humedales de la Sabana de Bogotá, cómo un Área Importante para la Conservación de las aves de Colombia y del Mundo - AICAS.

A nivel local y de acuerdo con la categorización de la EEP establecida en el POT de la ciudad de Bogotá D.C. de 2021, adoptado mediante el Decreto 555 de 29 de diciembre de 2021 de la Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., el área de intervención del proyecto cruza de manera subterránea sobre cinco elementos de tres categorías de la EEP, correspondientes a los componentes de las Zonas de conservación, las Áreas de especial importancia ecosistémica y las Áreas complementarias para la conservación.

En el componente de las Zonas de conservación, se encuentra dentro del Sistema Distrital de Áreas Protegidas, la Reserva Distrital del Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes.

Entre las Áreas de especial importancia ecosistémica, se encuentran como parte del Sistema hídrico de la ciudad, cuatro cuerpos de aguas naturales y dos cuerpos de agua artificiales que son cruzados de manera subterránea por el trazado del proyecto y que corresponden dentro de los naturales a los canales Cafam y Salitre, el río Salitre y el humedal Juan Amarillo o Tibabuyes, y entre los cuerpos de agua artificiales, los cuerpos hídricos del Lago Club Los Lagartos 3 y el Lago Club Los Lagartos 4. Con respecto al humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes, el trazado del proyecto cruza el brazo nororiental del humedal bajo el subsuelo y a profundidad, por lo que el tunel subterráneo proyectado del L2MB se encuentra por fuera del límite legal establecido por la SDA para la superficie del humedal y la zonificación del Plan de Manejo Ambiental. De igual forma, todos los cuerpos de agua del Sistema Hídrico son cruzados de manera subterránea por el proyecto, sin afectar sus cauces, rondas hídricas, fajas paralelas, ni el área de protección o conservación aferente.

En el componente de las Áreas complementarias para la conservación, el trazado proyectado de L2MB no cruza áreas de la categoría de Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde, sin embargo, atraviesa áreas de la categoría Subzona de importancia ambiental del POMCA Río Bogotá, que corresponden al área de restauración ecológica ARE-Humedal-Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes, la cual es atravesada de forma subterránea por el tunel proyectado, por lo que las obras constructivas del proyecto no intervendrán en superficie las áreas ARE-Humedal-Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto de L2MB no interviene elementos de la EEP de la ciudad de Bogotá y su cruce se realiza de forma subterránea sin intervenir los límites legales establecidos por la SDA, sin interferir la zonificación ambiental del humedal Juan Amarillo o Tibabuyes, y sin afectar sus componentes y funcionalidad ecológica.

Es importante señalar que la concordancia con la jerarquía de la mitigación y los lineamientos de la banca multilateral se logró de manera temprana realizar ajustes en 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, permitiendo la no afectación de EEP como son los canales Cafam, Salitres y el humedal Juan Amarillo Tibabuyes

Por su parte, para el medio socioeconómico, es fundamental entender las dimensiones culturales, político organizativas, actividades económicas, el entorno físico y la población a reasentar ; bajo este último se indica que el proceso de adquisición predial en el proyecto L2MB y en consecuencia el impacto de traslado involuntario de población y el Plan de Reasentamiento están relacionados, de manera directa, con el planeamiento y ejecución de las obras superficiales y en particular con las estaciones previstas.

Teniendo en cuenta lo anterior, el impacto del Traslado Involuntario de Población, se presentará en las áreas específicas de barrios de siete UPZ y tres localidades (Barrios Unidos, Engativá y Suba) de la ciudad de Bogotá (Ver Documento del Plan de Reasentamiento).

Los criterios de diseño de las obras superficiales del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá y de los procesos de selección y adquisición predial tuvieron en cuenta los principales conceptos, enfoques y lineamientos de la Banca Multilateral, en particular de los estándares del Banco Mundial, BM y de las normas de desempeño del Banco Interamericano de Desarrollo , BID, referentes a la evitación del impacto de traslado involuntario de población.

En correspondencia con los lineamientos de la banca multilateral descritos, 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 algunos predios que inicialmente se habían considerado los cuales en su mayoría 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.

El documento EIAS que se presenta a continuación es interesante, con un alto nivel investigativo y científico, íntegro, multidisciplinar, interdisciplinar, que recoge la realidad del territorio y que plantea y sustenta el desarrollo de un proyecto de transporte masivo necesario para la ciudad de Bogotá que transformará su sistema de transporte, el espacio público a lo largo del trazado, mejorará la calidad de vida de los usuarios del sistema y de los ciudadanos que vivan o trabajen en sus cercanías.

El siguiente Resumen Ejecutivo del Estudio de Impacto Ambiental contiene la información necesaria para entender los elementos principales del proyecto (localización, características de obras y actividades constructivas, criterios de diseño, entre otros), sus fases de desarrollo, las particularidades de cada medio, el proceso y resultado de la evaluación ambiental (incluyendo la determinación del área de influencia y la zonificación), la propuesta del plan de manejo ambiental y otros elementos importantes para entender el territorio y los resultados del estudio. El Resumen Ejecutivo se presenta siguiendo la estructura del propio documento EIA, siguiendo cada uno de los capítulos que conforman el documento (Ayuda mapa mental - Ver Figura 1).

0.2. OBJETIVOS

0.2.1. Objetivo General

Desarrollar la estructuración del proyecto de la Línea 2 del 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



0.2.2. Objetivos Específicos

- Recopilar y obtener información que permita describir las condiciones de los componentes físico, biótico y socioeconómico en el área de influencia del proyecto., en donde se construirá y operará el proyecto L2MB
- Realizar el Estudio de Impacto Ambiental y Social con base en información primaria y secundaria, además de contar con las técnicas y métodos necesarios, que ayuden a hacer del estudio un verdadero instrumento de toma de decisiones
- Describir y caracterizar los componentes físico, biótico y socioeconómico en el área de influencia donde se pretende realizar el proyecto
- Realizar la zonificación ambiental y de manejo ambiental donde se identifiquen las áreas sensibles de manejo especial, ambiental y social que deban ser manejadas especialmente durante el desarrollo de proyecto
- Identificar y evaluar los impactos que pueda producir el proyecto, efectuando la caracterización de cada uno.
- Coordinar internamente la información de diseño y especificaciones técnicas necesarias para: desarrollar los componentes ambiental, social y de Seguridad y Salud en el Trabajo, tal como: demanda de recursos, volúmenes generados de residuos, RCD, diseño de sistemas de tratamientos de aguas, demanda de agua, manejo integral de residuos; entre otros que sean necesarios para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social.
- Identificar y evaluar los riesgos de desastre ambientales y sociales que se puedan producir durante el desarrollo de la construcción y operación del proyecto L2MB
- Evaluar los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos generados por la ejecución del Proyecto, contemplando su relación con el desarrollo de otros proyectos ubicados en las áreas de influencia del desarrollo del proyecto L2MB
- Formular el Plan de Manejo Ambiental y Social (PMAS) que contenga las medidas de prevención, control, corrección, compensación y mitigación de los efectos negativos generados por la construcción y operación del proyecto.
- Diseñar los programas de seguimiento y monitoreo ambiental y social que permitan evaluar la pertinencia, eficiencia y eficacia del Plan de Manejo Ambiental y Social para las etapas de construcción y operación del Proyecto.
- Elaborar el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo para la etapa de construcción del proyecto
- Diseñar el plan de emergencias y contingencias sobre la base de la identificación y evaluación de los riesgos naturales y antrópicos vinculados a la construcción del proyecto.
- Diseñar el cronograma de actividades ambientales, sociales y de seguridad y salud en el trabajo, así como el presupuesto que incurrirá con motivo de la ejecución del Plan de Manejo Ambiental y Social, y que estará a cargo del Concesionario donde se identifique, como mínimo, el período de recolección de información, procesamiento, análisis y elaboración de todos y cada uno de los documentos solicitados. Indicará así mismo la entrega de los informes y soportes requeridos por la Interventoría, la FDN y la EMB.
- Realizar los monitoreos de calidad ambiental y analizar los resultados comparándolos con la normatividad vigente, con el fin de verificar el cumplimiento de las normas. Así mismo, mediante modelos definir los

escenarios y estimación de la contaminación para predecir las condiciones e impactos que se tendrán en el área de influencia del proyecto durante la etapa de construcción y operación.

- Realizar los estudios necesarios para obtener la demanda de recursos naturales renovables y no renovables.
- Entregar a la Interventoría y a la FDN los documentos y requisitos necesarios para la obtención de los permisos y autorizaciones ambientales y de seguridad y salud en el trabajo, para que realice su revisión y aprobación, y posteriormente entrega a la EMB, para que efectúe el trámite ante las Entidades correspondientes.
- Realizar el programa de arqueología preventiva hasta la formulación de un Plan de Manejo Arqueológico para aprobación del ICANH en el área de influencia directa del proyecto que permita definir sus medidas de manejo. Este programa y plan debe estar incluido en el capítulo del Plan de Manejo Ambiental y Social- Programas del Medio Socioeconómico.
- Identificar por medio de las entidades competentes los Bienes de Interés Cultural, dentro del polígono del área de influencia, actos administrativos correspondientes y la delimitación de los sectores de interés cultural.
- Identificar, describir y cuantificar las zonas verdes y blandas susceptibles de afectación por el desarrollo del proyecto y realizar el balance de endurecimiento de zonas verdes, acorde con lo establecido en la normatividad vigente.
- Realizar un análisis del proyecto para determinar posibles riesgos e impactos de género y población vulnerable que puedan verse afectadas. Si se detectan posibles riesgos e impactos de esa índole, el Contratista deberá incorporar en el diseño del proyecto medidas para evitar, minimizar o mitigar los impactos negativos identificados.
- Definir herramientas y metodología de recolección de información con la comunidad y actores relevantes del área de influencia.
- Evaluar los riesgos e impactos de los Derechos Humanos que se puedan presentar durante las etapas del proyecto
- Definir un mecanismo de recepción y manejo de preguntas, quejas, reclamos y solicitudes con sus respectivos formatos acorde a los lineamientos establecidos por la interventoría, la FDN y la EMB. • Dado que el componente de género e inclusión social debe ser transversal a todos los programas y el proyecto, es necesario que cada uno de los programas de manejo social y los que se creen adicionales, incorporen medidas que, como condición mínima, no profundicen las desigualdades de género y otras desigualdades, y que procuren contribuir mejorar la calidad de vida de los grupos vulnerables, entre estos, mujeres, personas en situación de discapacidad y comunidades étnicas.
- Definir y caracterizar el área de influencia del proyecto, incluyendo las dimensiones geográficas, demográficas, espacial, cultural, político administrativo, económico y población sujeta de reasentamiento.
- Proponer un plan de comunicaciones aprobado por la Interventoría, la FDN y la EMB que partiendo de la caracterización social se oriente a establecer canales de comunicación con las comunidades vecinas.
- Preparar los contenidos informativos dirigidos a las comunidades vecinas de acuerdo con los lineamientos de la interventoría, la FDN y la EMB.
- Llevar a cabo reuniones con grupos ciudadanos que permitan el flujo sistematizado de información en las dos direcciones. • Conformar con la comunidad vecina comités ciudadanos con el fin de llevar a cabo un trabajo de recolección de información y control social del mismo.
- Recopilar, sistematizar y georreferenciar para el equipo técnico, recomendaciones urbanísticas que surjan de los Comités Ciudadanos, susceptibles a ser incorporadas en la etapa de estudios y diseños, especialmente recomendaciones de seguridad, accesibilidad y movilidad peatonal durante obra, y generación de espacios públicos de compensación social, orientados a mejorar la cantidad y calidad de tales espacios, y en particular a evitar remanentes y “culatas” que se conviertan en focos de deterioro urbano.
- Llevar a cabo los dos momentos de consulta requeridos, en donde se socialicen los avances en la estructuración del Proyecto, el alcance de los términos de referencia del EIAS, así como el alcance de las actividades contratadas, los tiempos, la línea de atención, la estructura general de los términos de referencia, el alcance del estudio; así mismo la identificación de impactos y recepción de propuestas para su manejo y

mitigación, con la participación de la comunidad del área de influencia del proyecto, la zona donde se establecerá el patio taller, representantes de las alcaldías locales, banca multilateral, academia, organizaciones, ONG, entre otros.

0.3. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

0.3.1. Antecedentes y Justificación

El proyecto de L2MB es de reciente concepción frente al histórico del proyecto de la PLMB, que con décadas de reflexiones, diseños y ajustes, finalmente condujo a la firma del contrato de concesión celebrado con el Consorcio Metro Línea 1 SAS el 27 de noviembre de 2019.

Al momento de evaluar el contexto de desarrollo y expectativas que se tienen frente al proyecto de L2MB, es importante tomar este punto en consideración. De hecho, debe mencionarse que el estudio de prefactibilidad del proyecto de L2MB arrancó como una expansión de la PLMB (denominada en aquel momento PLMB – T2 o tramo dos), y que en el transcurso del tiempo se convirtió en un proyecto de línea de metro independiente, ahora denominada Línea 2 del Metro de Bogotá (L2MB).

Asimismo, es necesario recalcar que el volumen de estudios realizados sobre este proyecto solamente cuenta con un estudio de prefactibilidad. En otros términos, el nivel de desarrollo del estudio anterior (prefactibilidad) y la ausencia de estudios complementarios, hace que el proyecto no esté totalmente maduro por lo que se hace necesario que en esta etapa de estructuración se elaboren los diseños y el Estudio de Impacto Ambiental y Social que permita identificar los posibles impactos que sobre los medios Abiótico biótico y socioeconómico generará el proyecto L2MB y la formulación de las posibles medidas que, de acuerdo con la jerarquía de mitigación, permitan prevenir, mitigar o compensar los impactos identificados.

Vale la pena mencionar en este punto que en cumplimiento de la Resolución No. 20203040013685 29/09/2020 del Ministerio de Transporte, con la cual *...se reglamente el artículo 2 de la ley 310 de 1996 modificado por artículo 100 de la Ley 1955 de 2019 en el marco de la cofinanciación de los Sistemas de Transporte Público Colectivo o Masivo y se dictan otras disposiciones ... establece en el artículo 3 literal “...b. **Infraestructura física**, que comprende: todas las actividades necesarias para la ejecución de los elementos definidos en los estudios de factibilidad del proyecto, contenidos en el artículo 4 de la Ley 1682 de 2013 y necesarios para la operación de los Sistemas de Transporte establecidos en el artículo 99 de la Ley 1955 de 2019. Entre otros pueden ser...”: viii. **Plan de manejo ambiental y social.***

Sobre este aspecto en la etapa de prefactibilidad la empresa consultora UNIÓN TEMPORAL EGIS – STEER – METRO BOGOTÁ a través de la comunicación UTES-C033-PROY-008-2021 (Ver Anexo 0-1) del 17 de febrero de 2021, solicitó a la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA, lo siguiente

1. Por favor confirmar si el siguiente entendimiento es correcto:
Entendimiento: En el caso del proyecto de construcción y operación de la expansión del PLMB-T1 no se requiere de una licencia ambiental conforme a los archivos shapefile adjuntos, así como en concordancia con lo dispuesto en el Decreto 2042 de 2014, incluido en el Decreto 1076 de 2015.

Al respecto, la SDA a través de la comunicación con consecutivo 2021EEE60895 del 16 de abril de 2021 informó

1. Por favor confirmar si el siguiente entendimiento es correcto:

Entendimiento: En el caso del proyecto de construcción y operación de la expansión del PLMB-T1 no se requiere de una licencia ambiental conforme a los archivos shapefile adjuntos, así como en concordancia con lo dispuesto en el Decreto 2042 de 2014, incluido en el Decreto 1076 de 2015.

*A través del radicado 2017ER184685 del 21/09/2017, la empresa Metro de Bogotá solicitó información a esta entidad en relación con los requisitos ambientales asociados con el proyecto “Primera Línea Metro de Bogotá - PLMB”, donde se requiere confirmar la necesidad o no del trámite de una licencia ambiental para el desarrollo de dicho proyecto. Mediante oficio 2017EE207058 del 18/10/2017, la SDA remitió respuesta a dicho radicado, en donde, con base en la revisión de las actividades que se encuentran sujetas al desarrollo y otorgamiento de una licencia ambiental, establecidas en la normatividad aplicable, se indicó lo siguiente: “Como consecuencia de lo anteriormente expuesto, el proyecto objeto de consulta **no requiere licencia ambiental**, no obstante, lo anterior y dada la envergadura del proyecto a acometer, el manejo y control se realizará por esta Autoridad Ambiental, a través de otro tipo de instrumentos administrativos de carácter ambiental, como a continuación se mencionará.”*

De esta manera y en el entendido que las modificaciones del proyecto comunicadas mediante el radicado 2021ER31557 del 18/02/2021, en referencia con las características de este descritas en el radicado 2017ER184685 del 21/09/2017, suponen la expansión geográfica de la PLMB y no infieren en una modificación de la naturaleza del proyecto, se ratifica lo comunicado mediante el oficio 2017EE207058 del 18/10/2017 en relación con dicho aspecto.....

Por otra parte en esta misma etapa la empresa consultora UNIÓN TEMPORAL EGIS – STEER – METRO BOGOTÁ a través de la comunicación UTES-C033-PROY-009-2021 (Ver Anexo 1-1) del 17 de febrero de 2021, solicitó a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA, lo siguiente

1. Confirmar si el proyecto de la expansión de la Primera Línea del Metro de Bogotá - PLMB- T1, descrito anteriormente no requeriría de licencia ambiental teniendo en cuenta que este tipo de proyecto no se encuentra dentro de la enumeración taxativa de proyectos, obras o actividades que requieren Licencia Ambiental prevista de los artículos 8 y 9 del Decreto 2041 de 2014 y 2.2.2.3.2.2 y 2.2.2.3.2.3 del Decreto 1076 de 2015.

Al respecto, la ANLA a través de la comunicación con consecutivo 20211038896-2-000 del 3 de abril de 2021 informó:

.... Revisado el subnumeral 8.1 del numeral 8 del artículo 2.2.2.3.2.2 del Decreto 1076 de 2015, en el que se indica que esta Autoridad Nacional es competente para:

“ARTÍCULO 2.2.2.3.2.2. COMPETENCIA DE LA AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES (ANLA). La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) otorgará o negará de manera privativa la licencia ambiental para los siguientes proyectos, obras o actividades:

(...)

8. Ejecución de obras públicas:

8.1. Proyectos de la red vial nacional referidos a:

a) La construcción de carreteras, incluyendo puentes y demás infraestructura asociada a la misma;

b) (Literal b) del numeral 8 corregido por el artículo 4 del Decreto 703 de 20 de abril de 2018). La construcción de segundas calzadas; salvo lo dispuesto en el parágrafo 2 del artículo 2.2.2.5.1.1 del presente decreto;

c) La construcción de túneles con sus accesos.” (Negrilla y subraya fuera del texto original)

Lo anterior significa que, si el “proyecto de la expansión de la Primera Línea del Metro de Bogotá - PLMBT1”, se encuentra localizado en una red vial nacional, requiere de licencia ambiental previo a su ejecución, y la autoridad

competente para tramitar dicha solicitud de licencia ambiental, sería la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA.

Si el proyecto se encuentra localizado en la red vial secundaria y terciaria, requeriría de licencia ambiental y la autoridad competente para tramitarla, sería la Corporación Autónoma Regional de la jurisdicción competente, de conformidad con el numeral 7 del artículo 2.2.2.3.2.3 del citado Decreto 1076 de 2015.

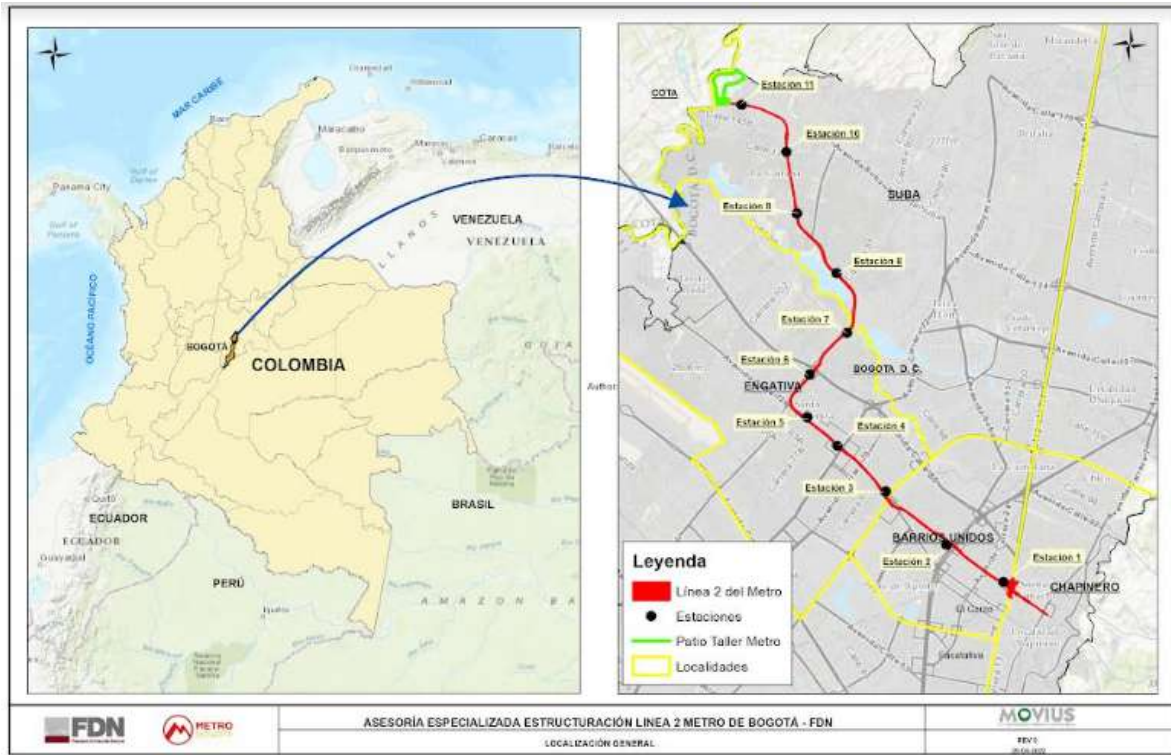
Ahora bien, en el marco de la presente estructuración, la UT MOVIUS realizó nuevamente las consultas a las autoridades ambientales ANLA y la SDA, con el fin de determinar la necesidad o no, de tramitar una licencia ambiental para el proyecto. Mediante el oficio L2MB-MOV-ANLA-CE-TEC-002 del 2 de mayo de 2022, se solicitó confirmar sobre la necesidad o no de tramitar licencia ambiental para el presente proyecto a la ANLA, a lo cual la autoridad dió respuesta mediante el Radicado No. 2022096473-2-000 del 17 de mayo de 2022 donde indico: “... De la revisión de estos artículos se desprende que, la competencia de esta Autoridad Nacional para otorgar licencias ambientales, entre otras, se limita a la ejecución de proyectos de la red férrea nacional tanto pública como privada. Por su parte, las autoridades ambientales regionales tienen competencia para otorgar licencia ambiental, entre otros, a los proyectos de la red férrea regional... Esto quiere decir que, de conformidad con los artículos previamente citados, únicamente para los proyectos férreos regionales y nacionales se requiere solicitar la respectiva licencia ambiental...”

Así mismo, mediante el Radicado No. 2022EE150539 del 17 de junio de 2022, la Secretaría Distrital de Ambiente dio respuesta al oficio Respuesta al radicado SDA 2022ER101579 – “Solicitud concepto de la necesidad o no de licenciamiento ambiental y de necesidad o no de presentación de diagnóstico ambiental de alternativas para el desarrollo de la Línea 2 del Metro de Bogotá (L2MB) desde la calle 72 con carrera 10, hasta el patio taller ubicado en el predio Fontanar del Río, de conformidad con lo establecido en el Decreto 1076 de 2015”, mediante el cual la SDA concluyó: “...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...”

Los oficios antes mencionados se encuentran dispuestos en el Anexo 0-1 para su consulta.

0.3.2. Descripción del Proyecto

La Línea 2 del Metro de Bogotá (L2MB) se desarrollará en la ciudad de Bogotá, en las localidades de Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba (Figura 2).



La L2MB se ha considerado como una línea de metro pesado con un trazado **predominantemente subterráneo** cuyo recorrido empieza en el nororiente de la ciudad (calle 72 con Av. Caracas, lugar donde se integrará a la estación 16 de la PLMB), y termina en la zona noroccidental (Fontanar del Río), junto al río Bogotá, donde operará el patio-taller. Tendrá 15,5 km de longitud y dispondrá de 11 estaciones (Figura 3).

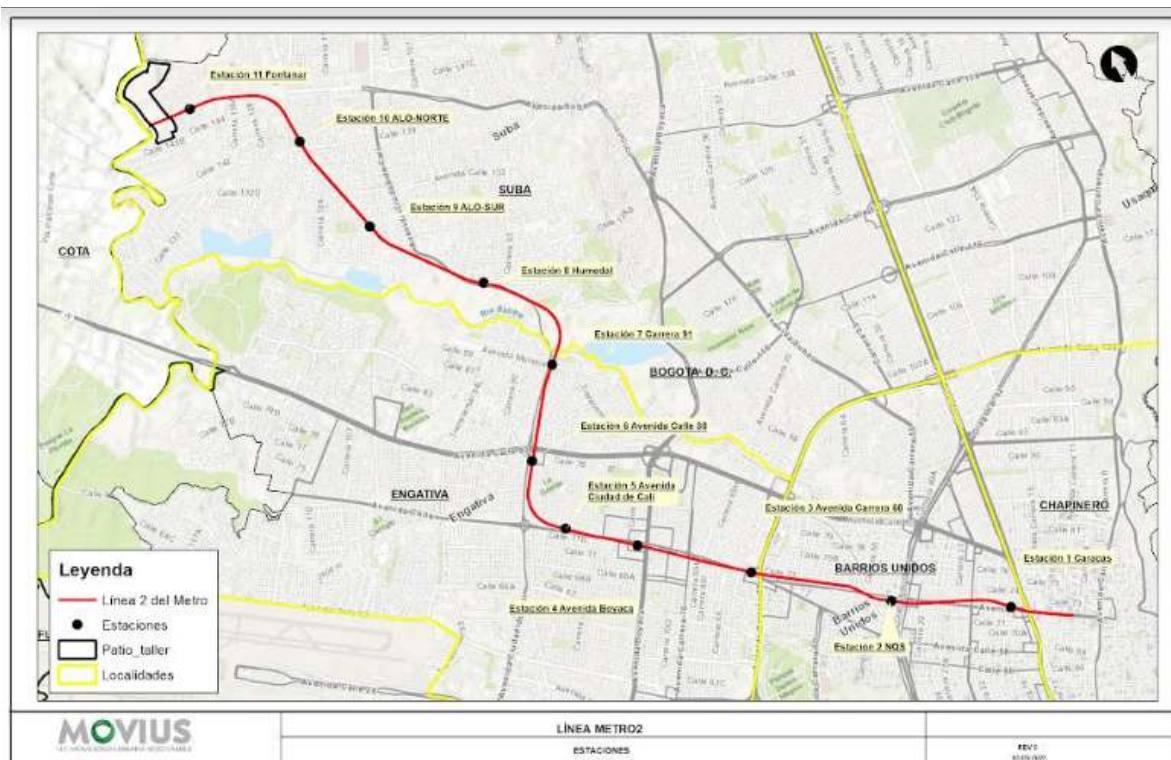


Figura 3. Esquema localización las estaciones de la L2MB
Elaboración UT MOVIOUS 2022

La L2MB inicia en el eje de la calle 72 en aproximaciones de la carrera 9 en dirección al occidente.

Posterior al paso bajo la futura intersección a desnivel de la calle 72 con Av. Caracas (en construcción por parte de la PLMB), el túnel discurre a lo largo de la calle 72 hasta la Av. Ciudad de Cali, donde realiza un giro de aproximadamente 90 grados hacia el norte y avanza por el costado oriental de la Av. Ciudad de Cali hasta el campo de golf del Club Los Lagartos, en cercanías de la Diagonal 91 con la Av. Carrera 86 (Av. Ciudad de Cali). En ese punto gira hacia al noroccidente con una curva amplia y encuentra nuevamente la Av. Ciudad de Cali.

Luego el trazado del túnel comienza a separarse de dicha avenida y se enruta bajo el barrio Corinto de Suba hasta la reserva de la ALO. Allí continúa hacia el norte por el centro de la misma hasta la altura de la calle 144, donde realiza una curva amplia hacia el occidente e ingresa a la calle 145 o Av. Transversal de Suba.

En la calle 145 el túnel emerge 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, se ubican la cola de maniobras del extremo occidental del trazado y las rampas de acceso al patio-taller.

La L2MB tiene 11 estaciones, de las cuales 10 son subterráneas y una elevada. La configuración de las mismas y su integración con otros medios de transporte existentes y futuros, se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Estaciones de la L2MB

No.	Estación	Tipo	Integración	
E1	Calle 72	Subterránea	PLMB	Troncal Transmilenio Avenida Caracas
E2	Av. NQS	Subterránea	Troncal Transmilenio NQS y futuro proyecto Regiotram del Norte	
E3	Av. 68	Subterránea	Troncal Transmilenio Carrera 68	
E4	Av. Boyacá	Subterránea	Futura Troncal Transmilenio	
E5	Av. Cali	Subterránea		
E6	Calle 80	Subterránea	Troncal Transmilenio Calle 80 y futura Troncal Avenida Ciudad de Cali	
E7	Carrera 91	Subterránea		
E8	Humedal	Subterránea		
E9	ALO Sur	Subterránea		
E10	ALO Norte	Subterránea		
E11	Fontanar	Elevada		

Fuente: FDN y UT MOVIUS

La localización del proyecto se presenta en el plano No. L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0001_V01-1, el cual está georreferenciado en coordenadas planas (magna sirgas origen Bogotá D.C.) y fue elaborado a escala 1:10.000. Permite la adecuada lectura de la información y cumple con los estándares de cartografía base del IGAC e IDECA, así como con los catálogos de objetos.

El mapa de localización al cual se hace referencia incluye, entre otros, la delimitación del área prevista a intervenir con el desarrollo del proyecto, así como sus obras e instalaciones temporales y los aspectos de información básica relacionados con: i) Curvas de nivel, ii) Hidrografía y iii) Accidentes geográficos.

0.3.3. Características del proyecto

La Figura 4 ilustra el trazado y las estaciones de la L2MB sobre el mapa de la ciudad de Bogotá.

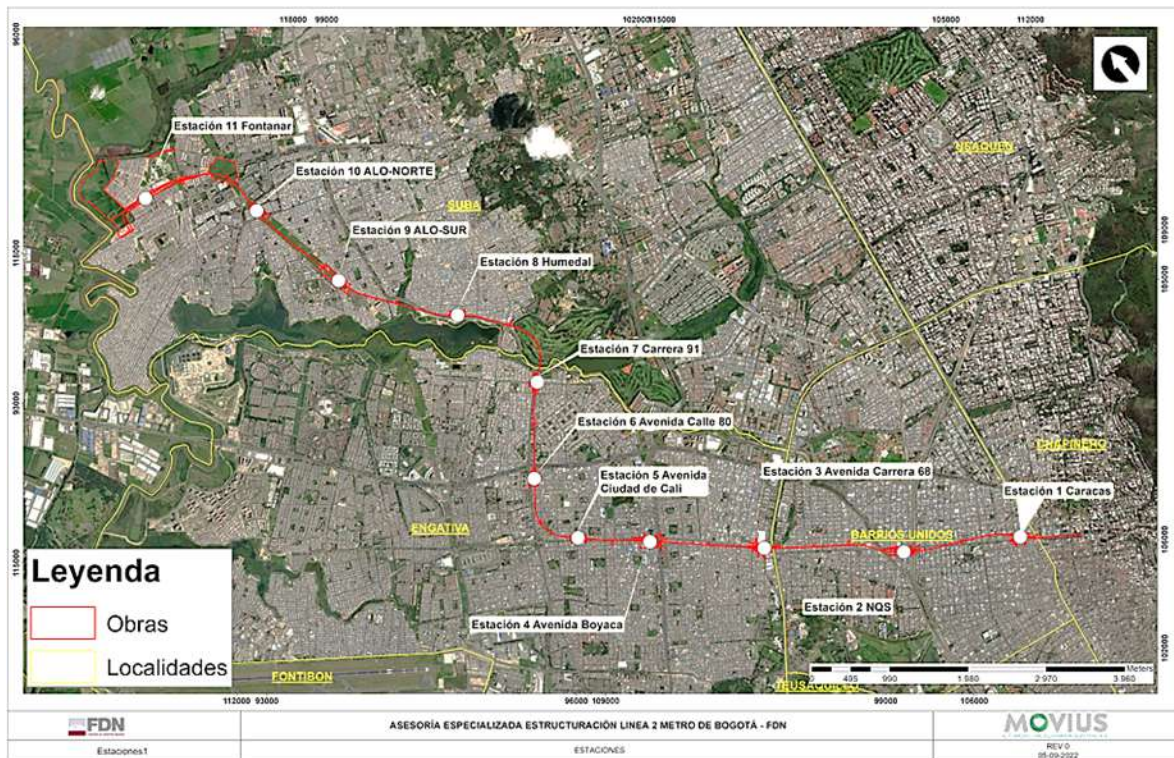


Figura 4. Trazado y estaciones de la L2MB
Fuente: Google Earth - UT MOVIOUS

La L2MB se compone de tres secciones tipo:

- Un tramo en túnel de 14,4 km de longitud (93% del trazado)
- Un tramo en trinchera (transición túnel a viaducto) de 135 m de longitud (1% del trazado)
- Un tramo en viaducto de 1 km de longitud (6% del trazado).

Desde la perspectiva de implantación urbana, y considerando que se trata de una línea principalmente subterránea, se ha tenido especial consideración en evitar afectaciones en superficie como consecuencia de la obra y de su futura operación. Al respecto, se ha dispuesto geométricamente un **túnel profundo** para aislarlo de la superficie y minimizar las posibles interacciones dentro de niveles tolerables, según la normatividad nacional e internacional.

Las características del trazado de la L2MB se describen en el numeral [1.2.3.1 Trazado y características geométricas del proyecto](#). Para el desarrollo de los trabajos se han previsto distintos frentes simultáneos; precedidos por los diseños de detalle y construcción de infraestructura para construcción.

- **Frente de trabajo de la tuneladora.** Punto de partida que abarca todas las obras e infraestructura para el montaje de la EPB y pozo de entrada.
- **Frente patio-taller:** Las obras de adecuación del patio-taller demandan tiempos significativos, por lo que será necesario iniciarlos de manera anticipada a la terminación de los demás diseños.

- **Frentes estaciones subterráneas.** Se prevén cuatro grandes grupos de trabajo:

- Grupo 1, estaciones 10 y 9
- Grupo 2, estaciones 8, 7 y 6
- Grupo 3, estaciones 5, 4 y 3
- Grupo 4, estaciones 2 y 1

Dichos grupos estarán desplazados en el tiempo unos de otros; sin embargo, es posible que en alguna ventana de tiempo se presenten trabajos similares simultáneamente en varios grupos de estaciones. La premisa para el desarrollo de los trabajos en las estaciones está condicionada por la necesidad de liberar el área inferior de las mismas para el paso de la tuneladora en el menor tiempo posible, procurando los mejores rendimientos en el túnel al ser la actividad crítica. En este sentido, será necesario adelantar de manera anticipada la excavación de la estación 10. Para el logro de estos objetivos será necesario contar con los predios de manera oportuna.

- **Frente traslado de redes.** Este frente será transversal a todo el proyecto y propenderá por liberar de forma oportuna las áreas de estaciones y principalmente la malla vial que será afectada, con el propósito de restaurar el servicio en el menor tiempo posible.
- **Frente viaducto.** Cubrirá las necesidades del tramo elevado entre el pozo de entrada y el patio-taller.
- **Frente sistemas férreos.** Cubrirá todos los trabajos de material rodante y sistemas férreos. Si bien la mayor actividad ocurrirá después de la terminación de las obras civiles principales y durante todo el tiempo de pruebas y puesta en marcha, se prevé que se adelanten trabajos previos de diferentes disciplinas, como las relacionadas con las instalaciones eléctricas y de potencia.
- **Frente urbanismo y readecuación vía.** Frente previsto para atender toda la renovación urbanística en las zonas de las estaciones, donde se tiene previsto la adquisición predial de manzanas completas, así como la recuperación de la malla vial secundaria.

Con la definición de los anteriores frentes, la secuencia constructiva comprende varias líneas generales de trabajo. Estas son indicativas puesto que el desarrollo del proyecto, a cargo del constructor, debe integrar y armonizar cada componente de forma eficiente y eficaz para obtener el menor tiempo constructivo y reducir los impactos:

- **Línea de trabajo 1.** Comprende los diseños de detalle del túnel, lo cual permite liberar la adquisición de la máquina tuneladora; fabricación, suministro transporte y montaje en el área logística cerca al patio-taller. Por lo tanto, en dicha área se deberán adelantar las adecuaciones pertinentes y construcción de la fábrica de dovelas. Seguidamente al montaje de la tuneladora se iniciará la excavación del túnel, previa liberación del pozo de entrada con sus respectivas previsiones de manejo de desvíos y adecuación de áreas aledañas. Como condición relevante, se tendrá la construcción de la estructura subterránea de la estación 10 para permitir el tránsito de la tuneladora por el cuerpo de la estación en el menor tiempo posible. Esta secuencia se repetirá a lo largo de toda la línea hasta la estación 1, y finalmente hasta el pozo de salida.

Terminados los trabajos de excavación y sostenimiento del túnel se iniciarán los trabajos de la plataforma ferroviaria con la colocación de rellenos e instalación de la superestructura. Simultáneamente, se irá desarrollando la solicitud de fabricación de todos los sistemas ferroviarios y material rodante, para su posterior instalación y pruebas de sistemas por separado. Para finalmente contar con toda la infraestructura necesaria para adelantar las pruebas de integración y marcha blanca.

- **Línea de trabajo 2.** Corresponde a los diseños de detalle del patio-taller, iniciando de forma prioritaria con la adecuación del terreno, el cual demanda trabajos de rellenos, mejoramiento del suelo, instrumentación, pilotaje, adecuación pondaje, entre otros trabajos de magnitudes significativas en cantidades y tiempos de ejecución, lo cual

demandará la adecuación de las vías de acceso y control de tráfico correspondiente para reducir los impactos en la comunidad circundante. La liberación de la plataforma de trabajo en el patio-taller permitirá iniciar las obras civiles destinadas a disponer de la infraestructura y equipos necesarios para adelantar las pruebas y verificaciones del primer tren, hito relevante para la continuación de la fabricación de las demás unidades previstas para el proyecto. Finalmente, se continuará con la terminación de todas las obras civiles y montaje de equipos necesarios en el patio-taller, disponiendo los espacios e infraestructura necesaria para el recibo y prueba de la totalidad del material rodante.

- **Línea de trabajo 3.** Abarca todas las estaciones subterráneas, iniciando con los respectivos diseños de detalle, continuando con la liberación del área de trabajo de todas las interferencias posibles de redes e infraestructura, así como la implementación de los respectivos planes de manejo de tráfico y acceso. Liberada el área de cada estación, se dará inicio a la construcción de las pantallas y excavación del recinto conformado por las mismas, trabajos que se irán adelantando con la construcción de la estructura interna principal (vigas y placas en las áreas que así sea viable). Se resalta que en los tramos de las estaciones que afecten la malla vial existente se adelantará la recuperación de la estructura de pavimento tan pronto como sea posible para disminuir los tiempos de cierre y desvíos.

La terminación de la excavación hasta el nivel inferior de la estación permitirá el paso de la máquina tuneladora. Por lo tanto, los trabajos en el cuerpo de la estación se centrarán en el nivel de mezanine superior mientras se libera el nivel de andén, en razón de que todo el material sobrante de excavación y el suministro de dovelas al frente de excavación se realizará por el tramo de túnel excavado desde el área logística; condición que genera restricciones constructivas.

Simultáneamente, liberado el nivel de acceso a la estación se podrá terminar los trabajos de recuperación del espacio público y malla vial circundante, así como el restablecimiento definitivo de redes de servicios en caso de que se requiera. En algunos casos de recuperación de malla vial existente y/o nueva por implantar, se ejecutará de forma que afecte la movilidad vehicular el menor tiempo posible.



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.

0.4. PERMISOS Y/O AUTORIZACIONES REQUERIDAS EN EL PROYECTO

A continuación se relacionan los permisos ambientales que demandará el proyecto L2MB durante las etapas preoperativa y operación los cuales deberán ser tramitados por el Concesionario en la etapa preoperativa - fase de previa. En caso que en la etapa de construcción, el Concesionario modifique algunos diseños, deberá verificar la necesidad o no de tramitar permisos adicionales

Tabla 3. Permisos requeridos

Permiso a tramitar	Entidad	Etapas / Fase del Proyecto	Responsable
Permiso de aprovechamiento forestal	Secretaría Distrital de Ambiente	Etapas preoperativa / fase construcción	Concesionario

Permiso a tramitar	Entidad	Etapas / Fase del Proyecto	Responsable
Solicitud de compensación por afectación de áreas permeables	Secretaría Distrital de Ambiente	Etapas preoperativa / fase construcción	Concesionario
Presentación de los diseños paisajísticos propuestos para su implementación en el proyecto constructivo	Secretaría Distrital de Ambiente, Jardín Botánico de Bogotá	Etapas preoperativa / fase construcción	Concesionario
Salvoconducto Único Nacional para la movilización de especímenes de la Diversidad Biológica – Flora y Arbolado Urbano	Secretaría Distrital de Ambiente	Etapas preoperativa / fase construcción	Concesionario
Permiso de levantamiento temporal de flora en veda	Secretaría Distrital de Ambiente	Etapas preoperativa / fase construcción	Concesionario
Registro de Publicidad Exterior Visual	Secretaría Distrital de Ambiente	Etapas preoperativa / fase construcción	Concesionario
Permiso para desarrollar de trabajos en horario nocturno	Alcaldía local	Etapas preoperativa / fase construcción	Concesionario
PIN para trámites de residuos de construcción y demolición	Secretaría Distrital de Ambiente	Etapas preoperativa / fase construcción	Concesionario

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.5. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá conectará la ciudad de Noreste a Noroccidente desde la localidad de Chapinero hasta la localidad de Suba, la línea contará con una longitud aproximada de 15,8 km discurriendo 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 5).

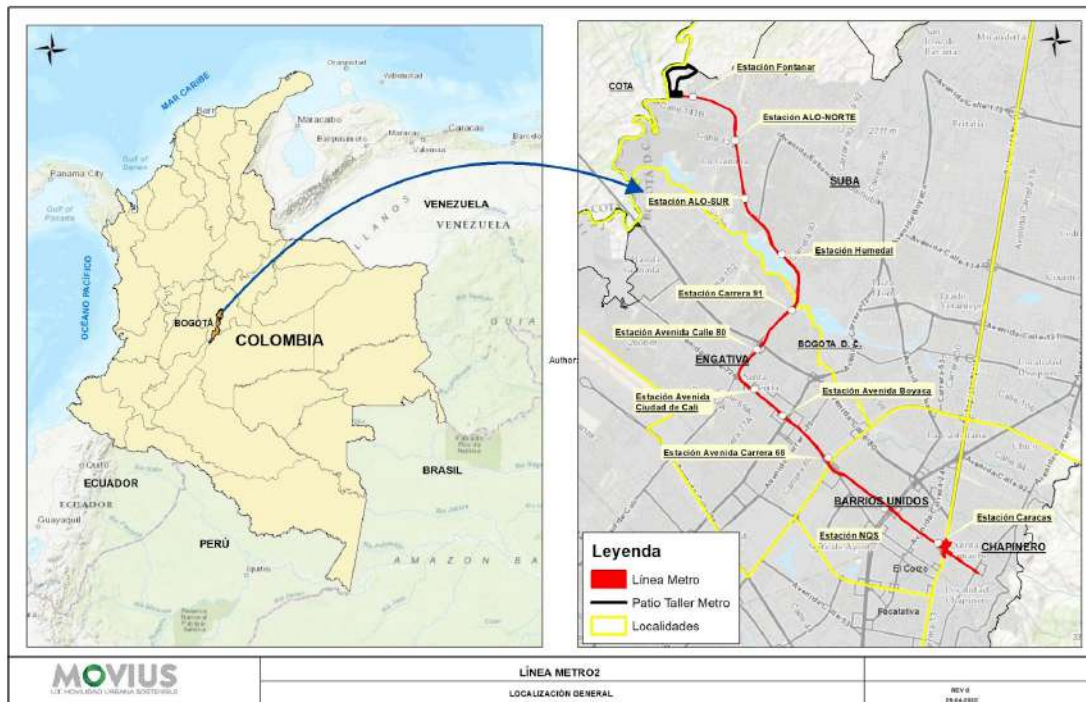


Figura 5. Localización proyecto L2MB
Fuente: UT MOVIOUS 2022

0.6. LÍNEA BASE

0.6.1. Área de Influencia

Siguiendo los Términos de Referencia que rigen el presente Estudio¹ y en línea con lo establecido por la Banca Multilateral², se establecen para el proyecto dos áreas de influencia: Directa e Indirecta, con base en una identificación de los impactos y riesgos que puedan generarse durante el Proyecto. Se define como área de influencia directa aquella área en donde se manifiestan los impactos directos del proyecto, es decir, aquellos impactos ocasionados por el proyecto y que surgen contemporáneamente en el lugar del mismo, por lo que están circunscritos al área de intervención del proyecto. Esta área de influencia directa se analiza con información primaria.

Bajo los mismos lineamientos, como área de influencia indirecta se establece un territorio complementario al definido como área de influencia Directa, el cual se extiende hasta donde llegan los impactos indirectos, entendidos estos últimos como aquellos impactos ocasionados por el proyecto y que trascienden el área del impacto directo. Esta área se analiza con información primaria y secundaria.

¹ FINANCIERA DE DESARROLLO NACIONAL - FDN. 2021. Convocatoria Pública FDN – VE – CP – 07 – 2021. ET05 – Estudio de impacto ambiental y social (EIAS). Mayo de 2021

² BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO - BID. 2020. Marco de Política Ambiental y Social. Septiembre de 2020. Pag. 28.

El AIJ desde lo social se analizó como un territorio en donde no trascienden los impactos del proyecto, considerada como un área complementaria sobre la cual se mantendrá un acompañamiento permanente durante construcción y adicionalmente realizando monitoreos ambientales periódicos, con el fin de identificar a tiempo algún cambio no previsto en las condiciones del territorio y que estén asociadas a los procesos operativos o constructivos del proyecto.

El abordaje de este capítulo se realiza a partir de las consideraciones técnicas del proyecto, las cuales van a permitir definir por medios y componentes los impactos asociados a las actividades del proyecto, así como las unidades de análisis socioambientales involucradas para facilitar la delimitación cartográfica del área de influencia (directa e indirecta), por componente.

Tal como es sugerido por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA³, para la delimitación de las áreas de influencia del proyecto se surten etapas asociadas a actividades pre-campo, campo y post-campo que involucran análisis de información secundaria, recorridos en el territorio, información suministrada por los actores sociales e institucionales vinculados al proyecto y resultados de la evaluación de impactos. Inicialmente se realiza una identificación preliminar del área de influencia, para luego, después de capturada y analizada la información primaria y hacer las iteraciones necesarias, llegar a la definición definitiva de las Áreas de Influencia Directa e Indirecta del Proyecto. Estos procesos metodológicos se presentan en el capítulo 2 de Generalidades.

0.6.1.1. Área de influencia medio Abiótico



Área de influencia Directa : El área de influencia directa del medio abiótico corresponde al área resultante de la unión de las áreas definidas para cada componente suelos, geología, hidrología, paisaje, hidrología, atmósfera y paisaje, obteniendo un área de 231,56 ha en donde predomina el área de intervención del proyecto asociado al desarrollo de las obras.

³ AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES . Guía para la definición, identificación y delimitación de área de influencia. Bogota D.C. 2018



Figura 6. Área de Influencia directa definitiva medio abiótico
Fuente: UT MOVIUS 2022.

Área de Influencia Indirecta: El área de influencia indirecta definitiva del medio abiótico corresponde al área resultante de la unión de las áreas finales para cada componente suelos, geología, hidrología, hidrogeología, atmósfera y paisaje, obteniendo un área de 236,21 ha en donde predomina en la zona urbana por el área de influencia definida para la calidad de aire y ruido.



Figura 7. Área de Influencia Indirecta definitiva medio abiótico
Fuente: UT MOVIOUS 2022.

0.6.1.2. Área de influencia medio biótico

0.6.1.2.1. Área de Influencia Directa

La identificación y delimitación espacial del AID definitiva o final del medio biótico, se obtuvo a partir de un procedimiento metodológico en donde se involucran varios factores de análisis. Con la definición del área de intervención del proyecto a partir de la actualización de los diseños de ingeniería y del área de influencia preliminarmente identificada para el medio biótico, se identificaron las repercusiones del proyecto sobre los diferentes componentes bióticos, y teniendo en cuenta, tanto el estado actual de estos a partir de la caracterización biótica, como de la actualización de las repercusiones de los componentes abióticos (hidrogeología, calidad del agua, geología subterránea) que inciden en los componentes bióticos.

La demanda de los recursos naturales fue otro factor considerado, debido a que la tala de los individuos arbóreos ubicados en el área de intervención del proyecto se constituye en un requerimiento por parte del proyecto para su implantación y aunque la madera y subproductos no sean utilizados para el desarrollo de las actividades del proyecto, su aprovechamiento forestal se establece como una demanda de este recurso natural. Los sitios de ubicación de los árboles a intervenir y de los lugares en donde se requiera la construcción de la infraestructura temporal y definitiva, se constituyen en las áreas de demanda del recurso forestal. Adicionalmente, algunos de los individuos arbóreos sustentan

epífitas no vasculares que se constituyen en especies en veda, constituyéndose en un grupo especial de flora que al ser intervenido por el proyecto, representa otra demanda de recursos naturales generada por el proyecto.

La superposición espacial de los polígonos del AID de los dos componentes analizados en su versión final, condujeron al establecimiento del AID final del medio biótico del proyecto, definido por la envolvente de los polígonos finales de los componentes de vegetación y de fauna. El área de influencia directa final del medio biótico ocupa una extensión de 66,60 ha. En la Figura 8 se presenta el procedimiento seguido para la identificación y delimitación del área de influencia directa final del medio biótico y en la Figura 9 se visualiza el AID final del medio biótico para el proyecto L2MB.

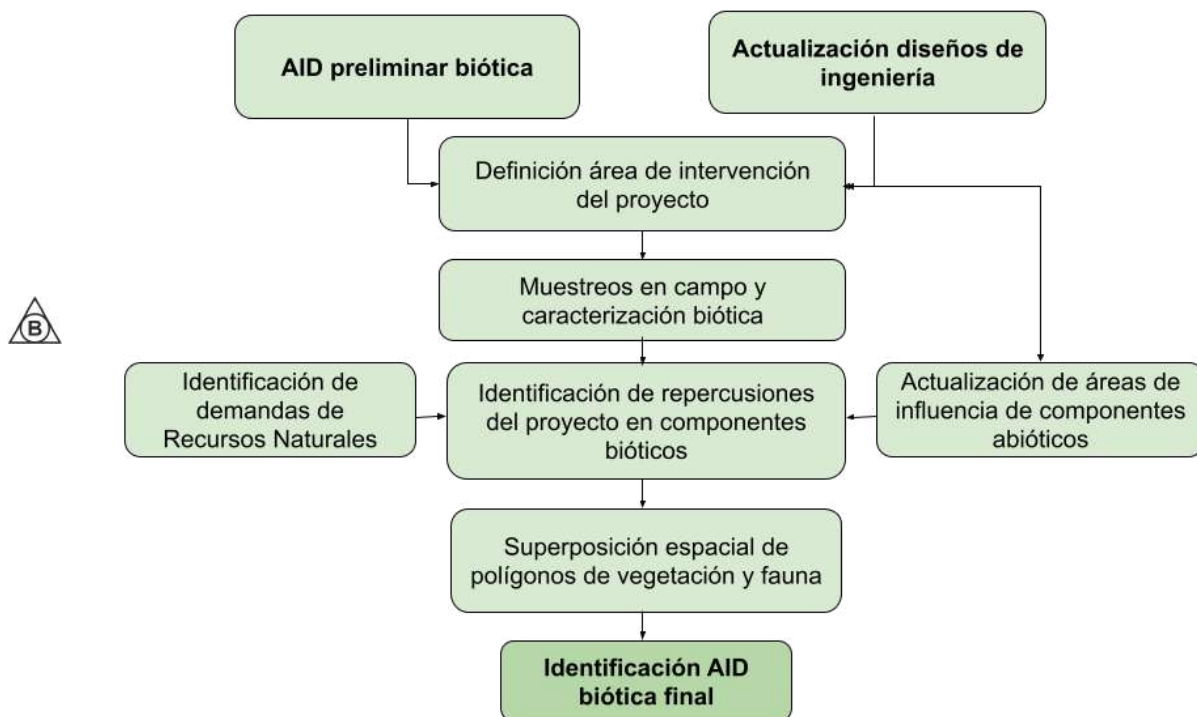


Figura 8. Procedimiento para la identificación y delimitación del AID final del medio biótico
Fuente: UT MOVIUS 2022.

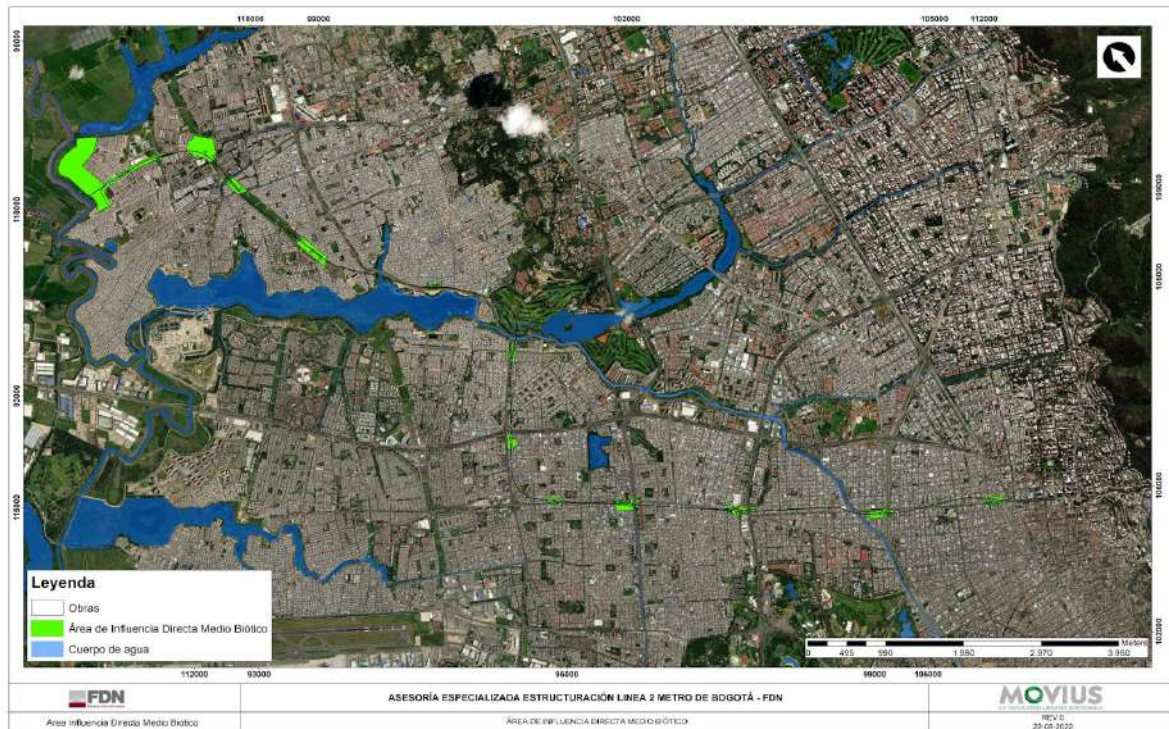


Figura 9. Área de influencia directa final del medio biótico del proyecto L2MB
Fuente: UT MOVIVS 2022.

0.6.1.2.1.1. Características principales del área de influencia directa por componente

Componente de vegetación - flora

El AID final del componente de vegetación está conformado por los polígonos en donde se desarrollarán las obras superficiales y por tanto coincide con el área de intervención o huella superficial del proyecto. Esta AID comprende el espacio en donde se removerá la cobertura vegetal y se afectarán de manera directa los individuos arbóreos existentes y las especies de flora en veda presentes. Comprende aquellas áreas en donde se removerán las coberturas dominadas por pastos en donde se endurecerán las zonas verdes urbanas, y aquellas en donde se encuentran otras coberturas vegetales transformadas. El AID del componente de vegetación está delimitado por las obras superficiales temporales y permanentes del proyecto que comprenden las 11 estaciones con los accesos a galerías, lugar de campamentos, pozos de entrada y salida del túnel, los pozos de ventilación, el tramo de excavación abierta en trinchera con tipología semienterrada, el tramo con tipología elevada y la huella del patio taller. La extensión del AID final del componente de vegetación es de 66,60 ha. No se identifican impactos sobre el componente de vegetación en el AID durante el funcionamiento o etapa de operación del proyecto de la L2MB.

Componente de fauna

El AID final del componente de fauna comprende al área en donde se removerán las coberturas vegetales y se realizará el descapote, se talarán los individuos arbóreos y se intervendrán los hábitats de las especies de flora en veda, lugares de refugio para la fauna, repercutiendo en la composición, abundancia y estructura de los diferentes grupos de fauna al ser desplazados por las actividades constructivas del proyecto. Las afectaciones se darán especialmente en el grupo de las aves en donde se identificó la predominancia de especies generalistas, y en cercanía de los humedales, sobre algunas especies con connotación especial.

El AID final de fauna durante la etapa de operación, comprende los lugares donde se establecen las estructuras superficiales altas en funcionamiento de la L2MB, y en especial por la operación, podrían afectar el vuelo de algunos grupos de la avifauna, principalmente en el tramo con tipología elevada.

El AID final o definitiva del componente de fauna para el proyecto de la L2MB corresponde al mismo AID final del componente de vegetación.

Componente de hidrobiota



Considerando que no hay obras del proyecto en los cuerpos de agua que se encuentran a lo largo del eje proyectado de la L2MB, no se identificaron impactos que repercutan en la calidad fisicoquímica del agua de los cuerpos superficiales del agua, y por tanto, no hay afectaciones en la estructura y funcionamiento de las comunidades hidrobiológicas presentes.

Por lo anterior, no se define AID final del componente de la hidrobiota, ni durante la etapa constructiva ni de operación del proyecto.

Componente de Áreas ecosistémicas sensibles y EEP

El AID durante la construcción se define a partir de la afectación que se genere sobre los elementos de la EEP con base en los resultados de los análisis hidrológicos, de calidad del agua e hidrogeológicos, además de los componentes bióticos en especial el de la fauna.

De acuerdo con lo obtenido en los análisis de las repercusiones del proyecto sobre los componentes abióticos y a nivel hidrológico, se encontró que la recarga hídrica de los humedales entre ellos el humedal Juan Amarillo y La Conejera, se realiza por las precipitaciones, más que por recargas por infiltraciones de agua a nivel subsuperficial. Por otro lado, la ausencia de obras en los cruces de los cuerpos de agua por parte del proyecto no genera afectaciones en la ronda hídrica, ni a la faja paralela, ni al área de protección o conservación aferente denominadas así en el nuevo POT de Bogotá⁴, y que corresponden respectivamente al corredor ecológico de ronda, la ronda hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental - ZMPA de los cuerpos hídricos.

El proyecto L2MB cruza el sistema hídrico de forma subterránea y no de manera superficial, tanto los cuerpos de agua naturales como los cuerpos de agua artificial localizados a lo largo del eje trazado del túnel. De igual forma, el humedal

⁴ COLOMBIA, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Plan de Ordenamiento Territorial Bogotá Verdece 2022 - 2035. Proyecto de Acuerdo. Bogotá, Septiembre de 2021.

de Juan Amarillo o Tibabuyes, es cruzado por el proyecto en el brazo nororiental del humedal a nivel del subsuelo y a profundidad, por lo que el túnel subterráneo proyectado del L2MB se encuentra por fuera del límite legal establecido por la SDA para la superficie del humedal y la zonificación del Plan de Manejo Ambiental.

A nivel de la hidrogeología subterránea, el AID identificada no afecta elementos de la EEP, y tanto las áreas de influencia y los riesgos potenciales asociados con los flujos de aguas subterráneas se localizan en lugares muy puntuales, en donde las medidas preventivas y mitigatorias establecidas en el túnel subterráneo, como lo son las pantallas perimetrales y las barreras de baja permeabilidad, garantizan en gran medida la no ocurrencia de afectaciones.



Por otro lado, los parques urbanos del nivel estructurante o de proximidad que se encuentran en el AID del proyecto, no están categorizados como elementos de la EEP de acuerdo con el POT de Bogotá del Decreto 555 de 2021.

Es de señalar, que entre los criterios considerados durante el desarrollo de las obras superficiales de ingeniería, se estableció la no intervención de los elementos de la EEP.

De acuerdo con lo anterior, los elementos de la EEP no son intervenidos durante la etapa constructiva del proyecto, y tanto estos como los humedales tampoco son afectados durante la operación del proyecto. Por tanto, no se define AID final del componente de las áreas ecosistémicas sensibles y EEP.

En la Figura 10 se presenta la síntesis de la identificación final de los impactos bióticos por componente, obtenida a partir de las principales actividades generadoras de impactos durante la construcción y la operación en el área de intervención del proyecto.



Figura 10. Identificación final de los impactos sobre los componentes bióticos en el AID
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

0.6.1.2.2. Área de Influencia Indirecta:

Al igual que para la obtención del AID final del medio biótico y considerando una serie de factores, se evaluaron las repercusiones que el proyecto genera sobre los diferentes componentes bióticos en el AI, identificando los impactos generados por el proyecto L2MB. De esta forma, se encuentra que los componentes evaluados de la vegetación y la hidrobiota en el marco del AI no son afectados por el proyecto, por lo que no se generan impactos sobre estos componentes bióticos.

De la misma manera, y siguiendo el procedimiento metodológico en donde se involucran varios factores de análisis, se identificó y se delimitó el área de influencia indirecta final del medio biótico

El área de influencia indirecta final del medio biótico ocupa una extensión de 120,31 ha. En la Figura 11 se visualiza el AI final del medio biótico para el proyecto L2MB.



0.6.1.2.2.1. Características principales del área de influencia indirecta por componente

Componente de vegetación - flora

No se identifican impactos sobre el componente de vegetación en el AII durante la construcción del proyecto de la L2MB. Es de señalar, que las coberturas predominantes en el AII han sido transformadas y no se encuentran coberturas naturales que conformen corredores ecológicos continuos que se encuentren interconectados, donde recaigan repercusiones generadas por el proyecto en las áreas anexas al AID.



De igual manera, no se identifican impactos sobre el componente de vegetación en el AII durante el funcionamiento del proyecto de la L2MB.

Componente de fauna

El AII del componente de fauna durante la construcción del proyecto comprende la áreas externas y anexas del AID en donde algunos grupos o especies de la fauna reciben las repercusiones de las actividades constructivas que se desarrollan en el AID.

La infraestructura de gran altura a instalar en el patio taller en el sector cercano al humedal La Conejera, genera afectaciones por choques sobre la avifauna, y adicionalmente, la localización de reflectores de luz tendrá incidencia lumínica que genera efectos en la fauna nocturna y en las rutas de aves migratorias en la noche. La delimitación espacial del AII de fauna está dada por el límite de las coberturas vegetales anexas al AID que ofrecen hábitat a la fauna. Las repercusiones generadas por el proyecto en el AID, no alcanzan en algunas situaciones a cubrir la extensión total de las coberturas vegetales anexas y presentes en el AII, por lo que se toma como criterio para la delimitación de estas coberturas vegetales la afectación en distancia que se da sobre algunas especies de avifauna con connotación especial y sensibles al ruido o la movilidad de la maquinaria. De acuerdo con los registros de la avifauna obtenidos durante la caracterización, las distancias de afectación a partir del límite del AID comprenden distancias variables entre los 50 y los 150 m, siendo menores en los lugares de los pozos que en los sectores donde se localizan las estaciones. El AII que se identifica en el sector del humedal La Conejera, ecosistema anexo al Patio Taller, comprende un polígono de ancho variable que no supera los 150 m de distancia.

El AII final del componente de la fauna durante la etapa de operación, comprende los lugares donde se establecen las estructuras altas del viaducto en funcionamiento y en especial por la operación de los vagones del metro, que podrían afectar el vuelo de algunos grupos de la avifauna principalmente en el tramo con tipología elevada, y principalmente, al comienzo de la operación del proyecto y hasta cuando las aves se habituen a su presencia. Es de mencionar que este sector se caracteriza por la oferta de hábitat y lugares de paso de especies de aves migratorias asociadas al humedal la Conejera y el río Bogotá. La extensión del AII final del componente de fauna es de 120,31 ha.



Componente de hidrobiota

El proyecto durante la etapa de construcción y operación no interviene los cuerpos de agua superficiales cruzados por el proyecto, y por consiguiente no hay actividades del proyecto que generen afectaciones en la calidad fisicoquímica del agua que repercutan en las condiciones actuales de las comunidades hidrobiológicas presentes. Por lo anterior, no se define AII del componente de la hidrobiota.

Componente de Áreas ecosistémicas sensibles y EEP

Los elementos de la EEP no son intervenidos en el AID durante la etapa constructiva del proyecto, y tanto estos como los humedales tampoco son afectados directamente durante la operación del proyecto.

A nivel de la hidrogeología subterránea el AID y el AII no afectan elementos de la EEP, y al establecerse medidas preventivas y mitigatorias, y el localizarse los riesgos potenciales asociados con flujos de aguas subterráneas en lugares muy puntuales y lejanos de estos componentes bióticos, se garantiza en gran medida la no ocurrencia de afectaciones en la EEP y los ecosistemas lénticos naturales y artificiales presentes.

Sin embargo, a nivel de las afectaciones indirectas del proyecto, el AII se delimita hasta donde trascienden los impactos sobre la EEP y las áreas sensibles como los humedales, por las repercusiones generadas por el proyecto principalmente sobre la fauna, componente de importancia de estos ecosistemas.

De esta forma, la delimitación del AII de las áreas ecosistémicamente sensibles y de la EEP están dadas por las repercusiones espaciales anteriormente mencionadas para el AII del componente de la fauna, en donde algunas especies del grupo de la avifauna son afectadas por la generación del ruido durante construcción, y durante la operación del proyecto, por las alteraciones en el rumbo del vuelo de las aves en cercanías del humedal La Conejera causadas por la operación del viaducto y la movilización de los vagones del metro en este sector. La extensión del AII final del componente de las áreas sensibles y la EEP es de 18,24 ha.

En la Figura 12 se presenta la síntesis de la identificación final de los impactos bióticos por componente, obtenida a partir de las principales actividades generadoras de impactos durante la construcción y la operación en el área de influencia indirecta biótica.

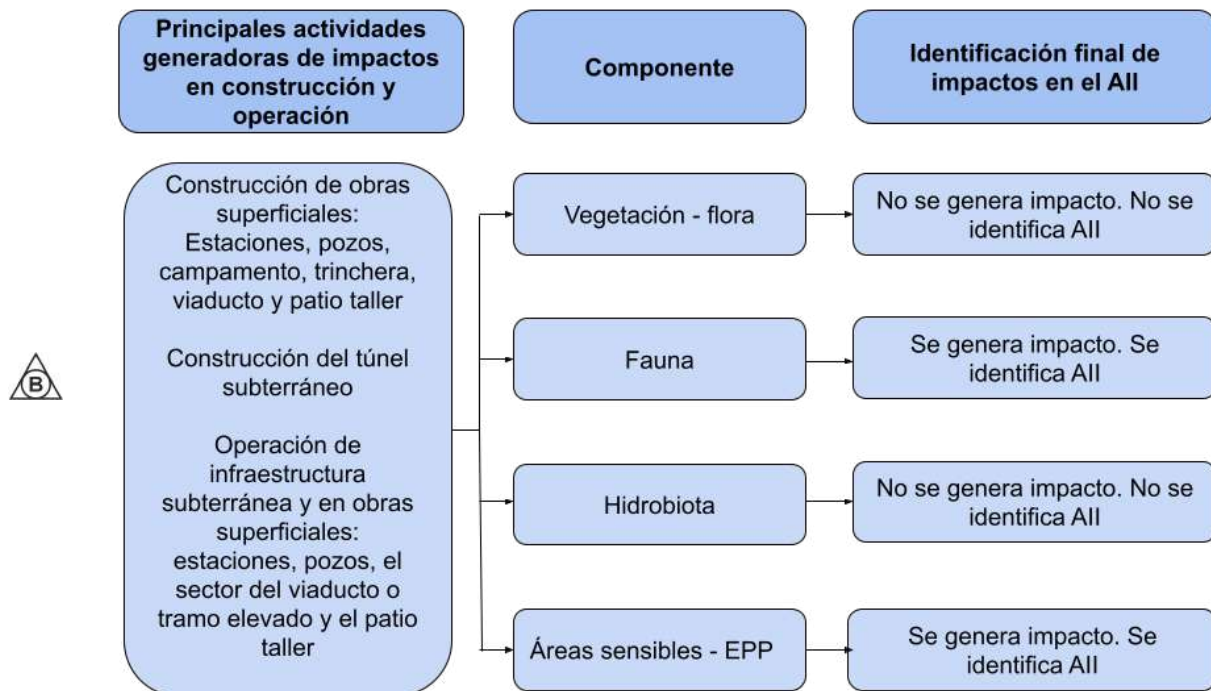


Figura 12. Identificación final de los impactos sobre los componentes bióticos en el AII
Fuente: UT MOVIUS, 2022.

0.6.1.3. Área de Influencia medio socioeconómico

Área de influencia directa: El área de influencia directa para el medio socioeconómico se ha definido como el área sobre la cual se extienden los impactos directos asociados a este medio, por lo cual el área de influencia directa para el medio socioeconómico se define como; un buffer de 300 m alrededor de las obras en superficie como las 11 estaciones, el patio taller, los pozos de bombeo, evacuación y ventilación y en el área de túnel una manzana costado y costado, en esta última área es necesario precisar que debido al método constructivo no se prevén afectaciones o impactos en superficie, no obstante, se considerará desde el medio socioeconómico para los procesos de información y participación debido a las expectativas que se pueden presentar por al túnel y con el objetivo de adelantar un relacionamiento asertivo con los diferentes actores sociales.

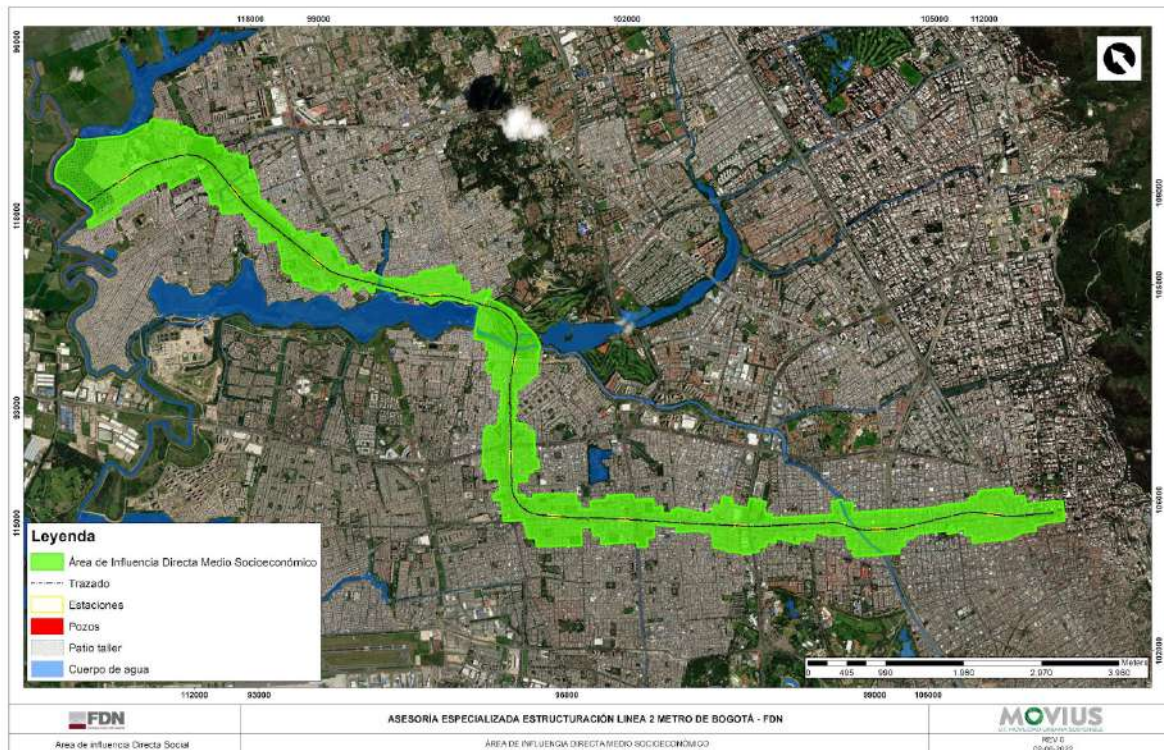
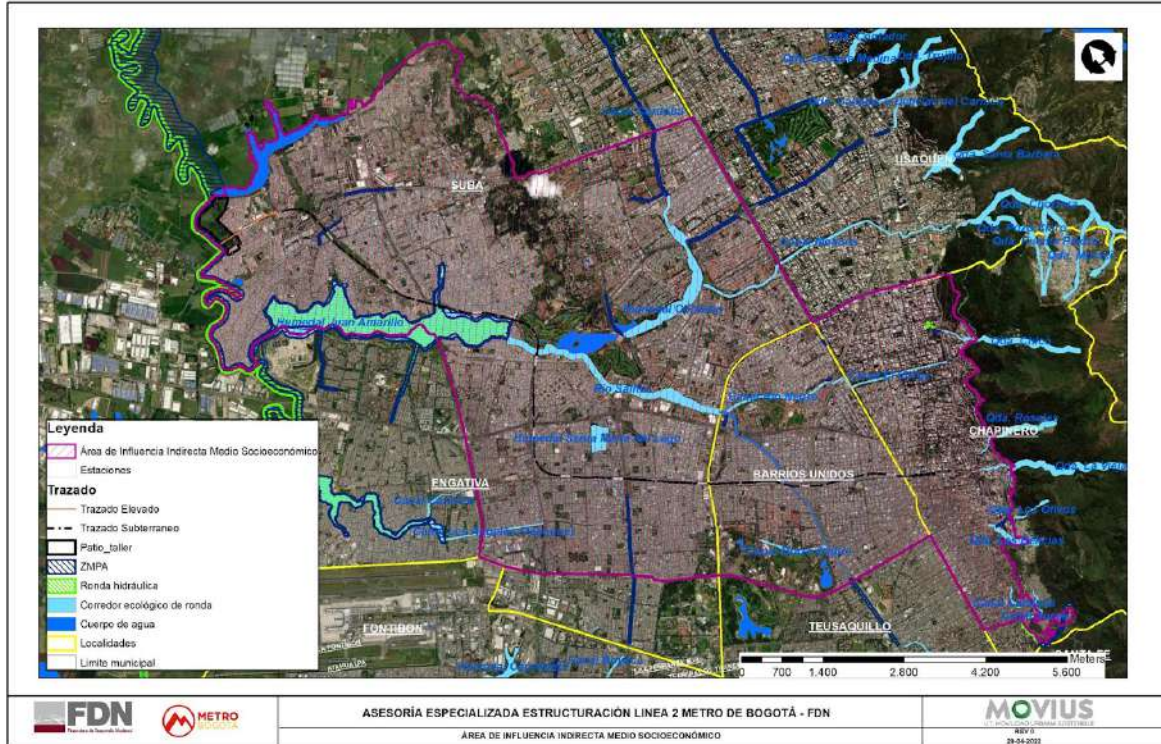


Figura 13. AID del medio socioeconómico del proyecto L2MB
Fuente: UT MOVIUS 2022

Área de Influencia Indirecta: Luego de la revisión realizada a las áreas de influencia indirectas de los medios físico, biótico, así como la jurisdicción político administrativa del territorio que corresponde a las localidades de Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba, se considera que el área de influencia indirecta preliminar establecida para el medio socioeconómico se mantiene y no presenta variaciones, sobre estas áreas se considera se presentarán los impactos de carácter positivo como la generación de empleo, el fortalecimiento de la cultura ciudadana y el Fortalecimiento de la red

interinstitucional en torno a la línea 2 del Metro. En la Figura 14 se presenta el área de influencia indirecta definitiva para el medio socioeconómico.



0.6.2. Caracterización del medio Abiótico

0.6.2.1. Geología

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.

El proyecto L2MB, se desarrolla principalmente sobre los depósitos de la Formación Sabana (Qta) de origen lacustre los cuales conforman el relleno cuaternario de la Sabana de Bogotá localizada a una altitud de 2.600 msnm en la parte central de la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos. Estos depósitos se encuentran interdigitados con los depósitos de pendiente (Qcc y Qdp) localizados en el piedemonte de los cerros orientales y en las laderas de los cerros de Suba. Así mismo hacia el río Bogotá, los depósitos lacustres se encuentran cubiertos por la llanura de inundación del río Bogotá (Qlla) y de sus principales afluentes, el curso de agua que da origen al humedal Juan Amarillo.

El depósito lacustre de la Sabana de Bogotá alcanza en la parte central un espesor mayor a 320 m como se evidencia en el pozo Funza - 2 (Torres, 2006). Se encuentra discordantemente sobre un basamento sedimentario representado por una secuencia de rocas de origen marino, transicional y continental con edades entre el Cretácico y el Terciario (Paleógeno y Neógeno). Estas rocas afloran tanto en los cerros que rodean la Sabana de Bogotá así como en los que se encuentran a su interior, encontrándose intensamente plegadas y falladas en un marco de esfuerzos compresivos.

En los cerros que bordean la Sabana de Bogotá, afloran rocas con edades del Cretácico superior, Paleógeno y Neógeno diferenciadas en las formaciones Arenisca Dura (Ksgd), Plaeners (Ksgp) y Labor-Tierna (Ksglt) del Grupo Guadalupe, así como las formaciones Guaduas (Ktg), Cacho (Tpc), Bogotá (Tpb), Regadera (Tpr) y Usme (Tsu). De estas unidades litológicas en el trazado del túnel de la L2MB, se identifican la Formación Guaduas en los cerros de Suba y la Formación Bogotá bajo el túnel al inicio del abscisado, cerca de la carrera 13 con calle 72.

La secuencia de rocas sedimentarias Terciarias y Cretácicas que conforman el basamento de la cuenca de la Sabana de Bogotá, se encuentran plegadas y falladas como consecuencia de la tectónica compresiva que dio origen a la Cordillera Oriental. En este contexto se identifican dos tendencias estructurales:

El tren estructural principal de dirección general NE a NNE, en el cual se identifican anticlinales estrechos y sinclinales amplios, en general limitados por fallas de cabalgamiento paralelas a los ejes de los pliegues, que facilitan la repetición de la secuencia estratigráfica de rocas cretácicas y cenozoicas como se ha indicado. Este es el caso de las fallas de

Bogotá y Alto El Cabo en los cerros orientales, y fallas de Subachoque y el Porvenir (Montoya & Reyes, 2005) como localizadas por fuera del área del proyecto L2MB.

El proyecto de la L2MB discurre en su gran mayoría sobre los depósitos de la Sabana de Bogotá de origen lacustre denominados Formación Sabana (Qta) y los depósitos de la llanura de inundación (Qlla) del río Bogotá y su principal afluente en la zona de interés que forma el humedal Juan Amarillo. No obstante, hacia los cerros de Suba afloran rocas sedimentarias del límite Cretácico - Terciario correlacionadas con la Formación Guaduas.

Diferentes depósitos de edad Cuaternario se encuentran a lo largo del trazado de la línea del proyecto proyecto L2MB, dentro de los cuales se identifican de oriente a occidente: Complejo de Conos (Qcc) y depósitos de coluvión (Qdp) hacia el piedemonte de los cerros orientales. La Formación Sabana (Qta) de origen lacustre y los depósitos de llanura de inundación (Qlla) del río Bogotá y de la zona del humedal Juan Amarillo localizados en la zona plana horizontal o de bajo gradiente hacia el río mencionado. Todas estas unidades se encuentran a su vez cubiertas por depósitos de origen antrópico (Qant).

0.6.2.1.1. Complejo de conos (Qcc)

Corresponden a depósitos de gravas matriz-soportadas masivas, con fragmentos tamaño grava hasta bloque moderadamente seleccionados, subredondeados y polimícticos, los cuales se desprenden de los cerros orientales y en algunos casos llegan hasta la carrera 66 y avenida de Ciudad Cali. Incluyen depósitos de origen fluvio-torrencial, coluvial y fluviales cuya fuente está en los cerros orientales. En el área del proyecto L2MB se pueden identificar este tipo de depósitos hasta la abscisa K0+150 aproximadamente.

Estos depósitos forman unidades de conos coluviales, conos de taludes, lóbulos de solifluxión y flujos torrenciales. Los conos coluviales son de variadas longitudes, tienen formas convexas e inclinaciones suaves o abruptas; constituyen acumulaciones sobre las laderas por procesos de escorrentía superficial, por flujo lento y viscoso de suelos saturados y no saturados. Están conformados por bloques angulares a subangulares de diferentes tamaños embebidos en un material arcilloso.

0.6.2.1.2. Depósitos Lacustres de la Formación Sabana o Terraza Alta (Qta)

Esta unidad litológica se correlaciona con la Formación Sabana (Montoya & Reyes, 2005) y corresponde a los depósitos lacustres acumulados en la cuenca intramontana de la Sabana de Bogotá, cuya expresión morfológica permite definir el nivel de terraza alta, que es la zona donde se encuentra la ciudad de Bogotá. Está constituida por una secuencia de arcillas plásticas de color gris oscuro, en niveles de 0,4 m a 1,0 m de espesor, con intercalaciones de lentes de arena, grava y ceniza volcánica, éstas últimas siendo abundantes hacia la parte media del depósito. En las márgenes, se presentan arcillas orgánicas, arcillas arenosas y turba-lignito (Helmès & Van der Hammen, 1995 en Montoya & Reyes, 2005). Los niveles arenosos y de grava son importantes para el almacenamiento de agua. El espesor total de la unidad lacustre alcanza los 320 m, según pudo verificarse en el pozo Funza II, sin embargo entre 320 m y 386 m de profundidad se presentan sedimentos con influencia fluvial y varias discontinuidades que evidencian el levantamiento de la Cordillera Oriental; el pozo alcanza el basamento rocoso sedimentario a 386 m de profundidad (Helmès & Van der Hammen, 1995, en Montoya & Reyes, 2005). Cerca del 95% del proyecto de túnel correspondiente al proyecto L2MB, discurre entre esta unidad.

Esta unidad se encuentra interdigitada con los sedimentos distales del complejo de conos y depósitos coluviales, así como con los depósitos de llanura aluvial del río Bogotá.

0.6.2.1.3. Depósitos de llanura de inundación (Qlla)

Incluye los depósitos aluviales recientes del río Bogotá y de sus principales afluentes, que para la zona del proyecto L2MB involucra el río Juan Amarillo y el humedal de su mismo nombre. Son depósitos constituidos por arcillas, limos y arenas, depositados sobre la secuencia cuaternaria de la Formación Sabana.

Esta unidad litológica aflora aproximadamente desde la Estación 11 hasta la zona del Patio -Taller, en la margen izquierda del río Bogotá y en el tramo elevado del metro cerca de esta zona. A nivel del metro subterráneo esta unidad no es cortada ni en la zona de la llanura de inundación del río Bogotá ni en la zona del humedal Juan Amarillo.

0.6.2.1.4. Depósitos de coluvión (Qdp)

Depósitos producto de la meteorización y erosión de rocas en superficie cuyos fragmentos han sido transportados y removidos por el agua y la gravedad y se han acumulado en las laderas media e inferior de los cerros de la Cordillera Oriental. Están formados por bloques angulares a subangulares, embebidos en una matriz arcillosa o arcillo-arenosa (Carvajal, 2005), cuya morfología corresponde a conos coluviales observables al este del trazado del túnel, hacia los cerros orientales y bordeando los cerros de Suba, y no son interceptados por el trazado del proyecto L2MB.

0.6.2.1.5. Depósitos de origen antrópico (Qant)

Corresponde a los rellenos con materiales sobrantes de excavaciones o materiales de demolición de construcciones que fueron acumulados principalmente en zonas deprimidas y de humedal para la adecuación de terrenos en el desarrollo urbanístico, industrial y vial del distrito capital y de los municipios de la Sabana de Bogotá. De igual manera comprende rellenos sanitarios y los materiales de base y sub-base de la red vial. Estas zonas de intervención antrópica constituyen una extensa cobertura y se identifican a lo largo de todo el trazado del proyecto L2MB.

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.

Respecto al contexto geológico estructural, la geometría de la cuenca de la Sabana de Bogotá en la Cordillera Oriental de Colombia corresponde a un sinclinorio producto de la deformación en un marco de esfuerzos compresivos de las rocas sedimentarias del Cretácico, Paleógeno y Neógeno que hacen parte del basamento sobre el cual se dispone discordantemente el relleno cuaternario lacustre de la Sabana. Esta deformación es notable por los cerros orientales de la ciudad de Bogotá así como por los cerros y cuchillas, igualmente de origen estructural, que sobresalen de la planicie lacustre o que se localizan hacia los bordes de la cuenca, en general siendo de menor altura y de orientación preferencial NE.

Las rocas sedimentarias Cretácicas y Cenozoicas se encuentran plegadas, formando anticlinales angostos y sinclinales amplios, cuyos ejes tienen dirección NE y NNE. Paralelamente a los plegamientos, se encuentran fallas longitudinales de cabalgamiento, con buzamiento y vergencia principalmente al oriente y al occidente, aunque también existen fallas de esta misma tendencia y cinemática pero con buzamientos y vergencias contrarias a las fallas principales que permiten la conformación de estructuras de relieve positivo o cerros. En términos generales estas fallas se interpretan como un sistema imbricado de cabalgamientos.

La Falla Usaqué - Sasaima que constituye la estructura que se asocia al área de influencia del proyecto, está reportada en el mapa de la Microzonificación sísmica de Santa Fé de Bogotá (INGEOMINAS - UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, 1997) y en el texto correspondiente se describe como la Falla Usaqué. Para otros autores como Velandia & De Bermoudes (2002) y Lobo-Guerrero (1994), esta estructura se denomina Falla del Río Juan Amarillo y Falla de Los Lagartos respectivamente. Esta falla no es indicada en las cartografías geológicas del SGC a escala 100K, específicamente el Mapa Geológico de La Sabana de Bogotá (Montoya & Reyes, 2005) y Plancha geológica No. 227 - La Mesa (Ulloa et al, 1998).

Teniendo en cuenta que los rasgos principalmente morfológicos relacionados al alinamiento del río Juan Amarillo y a la terminación de cerros al norte de la estructura indicada, las fallas Usaqué - Sasaima, Usaqué, del Río Amarillo y Los Lagartos, son la misma estructura pero con denominaciones diferentes.

0.6.2.2. Geomorfología

El método de cartografía y clasificación de terrenos propuestos en el estudio de la L2MB, está basado principalmente en el Sistema International Institute for Aerospace Survey and Earth Science – ITC (Van Zuidam, 1986), Verstappen y Van

Zuidam (1992) y Carvajal (2002), mediante la interpretación de imágenes aerospaciales (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.).

En el área de influencia se diferencian dos tipos de paisaje, originados en procesos geomorfológicos diferentes y que presentan geoformas características. El paisaje de montaña que está conformado por las rocas de la Formación Guaduas, cuyo ambiente morfogenético es de tipo Montañoso Estructural - Denudacional y el paisaje de planicie que incluye el relieve plano a levemente inclinado (paisaje que conforma toda el área del trazado del proyecto Línea 2 Metro de Bogotá), representado por los depósitos cuaternarios cuyo ambiente morfogenético corresponde a fluvio-lacustre donde las geoformas corresponden a llanuras de inundación, abanicos, terrazas aluviales y fluvio torrenciales.

Regionalmente se puede observar en la zona de estudio dos grandes regiones geomorfológicas que corresponden a Ambiente Fluvial y Lagunar (F) y Ambiente Morfoestructural (S). Cada uno de estos ambientes presenta geoformas individuales genéticamente homogéneas generadas por procesos geomorfológicos de depositación natural o antrópica y erosión, identificados como unidades y subunidades geomorfológicas que se muestran a lo largo del trazado del alineamiento túnel Línea 2 Metro de Bogotá.

El área de influencia del proyecto, se localiza en el sector nororiental de la Sabana de Bogotá, extendiéndose principalmente desde el piedemonte de los cerros orientales al oriente, pasando cerca a los cerros de Suba hasta la margen izquierda del río Bogotá.

Los cerros que bordean el área del proyecto, hacen parte del paisaje de montaña. Este, está conformado por las rocas del Cretácico y del Terciario principalmente, cuyo ambiente morfogenético es de tipo Estructural – Denudacional. Contrastando con este paisaje montañoso, se tiene el paisaje de planicie que incluye el relieve plano a levemente inclinado, representado por los depósitos cuaternarios de la Sabana de Bogotá, cuyo ambiente morfogenético corresponde a Depositacional Lacustre. Este paisaje ha sido afectado por intervenciones antrópicas a lo largo de la L2MB, que corresponden a la extensa cobertura urbana del distrito capital y de los municipios aledaños.

Específicamente, la morfología del proyecto, está determinada por los depósitos diferenciados en la Formación Sabana y los depósitos de llanura de inundación del río Bogotá y principales afluentes, y dentro de estos últimos zonas de humedales como remanentes en general del lago antiguo en la cual se depositaron los sedimentos de la Sabana de Bogotá. Ambas formaciones son comúnmente afectadas por diversas actividades antrópicas que cambian su percepción morfológica y su estructura a nivel superficial.

De acuerdo a los lineamientos generales de la Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia (Carvajal, 2011, publicación del Servicio Geológico Colombiano), los cuales se siguen para la descripción de los aspectos geomorfológicos del área de influencia del proyecto, ésta se localiza en la morfo-estructura correspondiente a la Cordillera Oriental, en la provincia geomorfológica conocida como Altiplano Cundiboyacense, en la región de la Sabana de Bogotá, con las siguiente características principales:

Tabla 4. Unidades geomorfológicas.

Morfo-estructura	Provincia	Región	Relieve	Paisaje	Nomenclatura	Ambiente
Cordillera Oriental	Altiplano Cundi-boyacense	Sabana de Bogotá	Zona plana	Planicie lacustre	Fpla	Fluvial - lacustre
				Llanura de inundación aluvial	Fpi	
				Modelado de procesos antrópicos	Ant	Antrópico
			Zona Colinada	Conos y lóbulos coluvio-aluviales	Dco	Denudacional
			Zona montañosa	Sierra Anticlinal Denudada y Residual	Ssan	Estructural - Denudacional

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.6.2.2.1. Morfogénesis

0.6.2.2.1.1. Paisaje de Planicie: Geoformas de origen fluvial y lagunar

El paisaje de planicie es una geoforma de origen agradacional que predomina a lo largo del proyecto de la L2MB, caracterizada por una zona amplia y plana, ligeramente ondulada, con pendientes menores al 7%; corresponde a los diferentes aportes de origen lacustre que rellenaron la cuenca de la Sabana de Bogotá. En este tipo de paisaje encontramos el relieve generado por los depósitos lacustres, fluvio - lacustres y los depósitos de llanura aluvial de inundación.

Incluye las geoformas asociadas a la Planicie Lacustre (Fpla), consiste en una planicie extensa de aspecto aterrazado y morfología plana a levemente ondulada, con suave inclinación, la cual es limitada por cauces los escarpes de los drenajes principales. Esta geoforma es la de mayor extensión en la Sabana de Bogotá y es el producto de la acumulación de arcillas, arenas finas y delgados niveles de gravas y turbas en la cuenca ocupada por el antiguo lago de la Sabana de Bogotá. Los depósitos lacustres de la Formación Sabana se caracterizan por presentar esta geoforma de planicie lacustre, que es donde se desarrolla al menos el 75% del proyecto.

0.6.2.2.1.2. Llanura de inundación aluvial (Fpi)

Corresponde a una porción de espacio relativamente plano y alargado, intercalado entre dos áreas de relieve más alto que tiene como eje un curso de agua. El relieve encajante puede estar constituido por montañas, colinas, altiplanicies o piedemontes, dentro del cual se destacan las llanuras aluviales del río Bogotá y sus principales fluentes, entre ellos el drenaje que da lugar al humedal Juan Amarillo. En esta unidad geomorfológica se tiene el tramo elevado y el Patio-Taller, localizado en la margen izquierda del río Bogotá.

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.

0.6.2.3. Paisaje

El análisis de paisaje se desarrolla desde los ámbitos abiótico, biótico y cultural^{5 6}, donde en el primero se consideran aspectos como el relieve, la hidrología y los suelos. Por lo tanto, el paisaje refleja la expresión espacial y visual del medio⁷, las cuales pueden presentar una alta fragilidad o resiliencia a los cambios que se realicen sobre este dependiendo de los atributos que lo componen. Dado que son múltiples las variables asociadas a estos ámbitos, se considera que el paisaje es altamente susceptible a cualquier cambio en el mismo, es decir, tiene un alto nivel de fragilidad. Se consideran entre los atributos del paisaje la fragilidad, la belleza y la calidad del mismo como factores principales.

El análisis del paisaje visual considera la estética y la capacidad de percepción de los observadores, en este caso los habitantes presentes en áreas aledañas al proyecto. Existe un consenso generalizado entre poblaciones de diversas culturas por aquellos paisajes en los que se observa la presencia de vegetación y enclaves de agua, donde son más llamativos aquellos que presentan coberturas vegetales con elementos arbóreos, agua con aspecto limpio y prístino o si presenta pequeños saltos o cascadas. Junto a estas características también es importante la variedad o diversidad temática⁸.

El análisis de paisaje se realizó sobre el área de influencia delimitada específica para este componente, esta se determinó teniendo de base la ubicación de los observadores tanto permanentes como transitorios, su capacidad de visión (escala visual), la visibilidad dada por el relieve de la zona y la evaluación de la percepción del paisaje por parte de la población local que son factores claves para determinar la extensión del área. Estas variables determinan cómo el paisaje puede adecuarse a los cambios a los que se ve sujeto y si estos son considerados de forma positiva o negativa por la población.

0.6.2.3.1. Elementos o atributos del paisaje

En el área de influencia del paisaje, predominan las superficies con pendientes bajas a planas que oscilan entre los 0 y 3%, las cuales ocupan un 90,31% del AIPa. Le siguen en menor proporción las superficies con pendientes entre 3 a 7% que ocupan una proporción de 6,74% de y las pendientes moderadamente inclinadas entre 7 y 12% con 1,84%. El relieve con pendientes superiores al 12% es escaso dado que predominan las superficies asociadas a relieves planos con colinas leves dispersas en la zona, producto de características típicas de la sabana de Bogotá y los procesos constructivos de edificaciones sobre la zona, y solo se encuentran asociadas a zonas verdes urbanas o de canales de los cuerpos de agua de la zona.

Además, el área de influencia se caracteriza por la presencia de coberturas de la tierra transformados principalmente por zonas con territorios artificializados, los cuales ocupan cerca del 65,33% total del AI de paisaje, seguidos por territorios agrícolas con el 29,95%. Para el primer grupo se tienen distribuciones similares para los tres tipos que se presentan: tejido urbano continuo, red vial y territorios asociados y zonas verdes urbanas. Para los territorios agrícolas se tienen principalmente pastos limpios con un 26,52% hacia la localidad de Suba en los sitios donde se tendrán estaciones y el

⁵ Bernáldez González, F. (1985). *Invitación a la ecología humana: La adaptación afectiva al entorno*. Tecnos.

⁶ de la Fuente, De Val, G., Atauri Mezquida, J., & de Lucio Fernández, J. (2004). El aprecio por el paisaje y su utilidad en la conservación de los paisajes de Chile Central. *Ecosistemas*, 13(2).

⁷ Bolós, M. (1992). *Manual de ciencia del paisaje: Teoría, métodos y aplicaciones*. Masson.

⁸ de la Fuente, et al. (2004). Op. cit.

patio taller. Las otras coberturas ocurren en el AIPa con muy bajas proporciones: superficies de agua (3,36%), bosques y las áreas seminaturales (0,40%) y áreas húmedas (0,11%).

Se destaca la muy baja proporción de elementos naturales que aportan al paisaje de la comunidad, por lo que en su mayoría son las zonas verdes urbanas y las zonas recreativas las que brindan un mayor potencial de calidad y belleza paisajística.

0.6.2.3.2. Unidades de paisaje

- Calidad visual

Se identifica que para este componente en general predominan las superficies con calidad visual media que cubren el 52,90% de toda el área. Esto es el resultado de la conformación de un paisaje con geoformas suaves a planas con pendientes bajas y una gran dominancia de coberturas completamente transformadas que no le aportan elementos atractivos al paisaje local. Los únicos elementos destacables dentro del contexto del proyecto son los elementos vegetales de las zonas verdes urbanas y los cuerpos de agua, no obstante, el efecto por la adyacencia del tejido urbano y las vías reduce su calidad general por lo que solo los parches con una mayor extensión y que pueden destacarse más dentro del paisaje generan una calidad visual.

- Fragilidad visual

Se estima que la fragilidad visual del paisaje para el área de influencia es predominantemente baja dado que ocupa el 98,84% del área total. Esto se debe a que el área de proyecto comprende áreas con relieve con pendientes bajas y geoformas planas donde las alteraciones son menos evidentes y más aceptadas por parte de los observadores. Una fracción del AIPa corresponde a zonas con fragilidad visual media (1,16%), las cuales comprenden urbanas las cuales cuentan con pendientes levemente mayores y que por ende aportan una mayor visibilidad y sensibilidad a cambios dentro del paisaje. Las zonas verdes urbanas a pesar de ser de importancia ecológica y visual, son elementos con una fragilidad visual baja dado que sus elementos pueden ser introducidos o retirados según el manejo antrópico que se les de y las especies contenidas en su amplia mayoría están adaptadas para tolerar los niveles de perturbación ambiental de la ciudad.

- Belleza paisajística

En esta zonificación se obtuvieron las superficies con belleza paisajística baja (46,46%), teniendo en cuenta que en el paisaje predominan elementos muy homogéneos de carácter antrópico con bajo interés o atractivo paisajístico, seguido por áreas de belleza media (32,04%) correspondientes a canales y pastos, y en menor medida parches con alta belleza (21,50%) de zonas verdes, los parques, los humedales y los pequeños parches de bosque que destacan por su aporte al paisaje local al poseer una variedad destacable por elementos, formas, colores y fauna.

- Resultado de unidades de paisaje

A partir de la zonificación obtenida de la valoración de la calidad visual, fragilidad visual y belleza paisajística se procedió a identificar las unidades del paisaje. Dentro del área de influencia se evidencia la presencia de seis unidades de paisaje que incluyen áreas con diferentes grados de calidad visual y fragilidad visual del paisaje, esto se debe a que el área de estudio se presenta un relieve relativamente homogéneo, conformando una matriz de elementos de carácter altamente antrópico, sin presentarse áreas de fragilidad visual alta (ver Tabla 5).

Tabla 5. Superficie ocupada por cada una de las unidades de paisaje presentes en el área de influencia

Unidad de paisaje	Descripción	Área (ha)	Proporción (%)
Amd	Calidad visual alta y fragilidad visual media	0,38	0,19%
Abj	Calidad visual alta y fragilidad visual baja	0,76	0,38%
Mmd	Calidad visual media y fragilidad visual media	1,75	0,88%
Mbj	Calidad visual media y fragilidad visual baja	102,91	52,02%
Bmd	Calidad visual baja y fragilidad visual media	0,17	0,09%
Bbj	Calidad visual baja y fragilidad visual baja	91,86	46,43%
Total		197,83	100,00%

Fuente: UT MOVIUS 2022

En concordancia, la mayor proporción del área corresponde a unidad **Mbj** (Calidad visual media y fragilidad visual baja) con un 52,02% del AIPa, estas áreas se concentran en zonas con coberturas de pastos, zonas verdes urbanas, parques, cuerpos de agua artificiales, seguido de la unidad **Bbj** (Calidad visual baja y fragilidad visual baja) con 46,43%, asociado directamente a coberturas totalmente antrópicas asociadas al desarrollo urbano en la ciudad de Bogotá y sus terrenos de pendientes leves. Las unidades **Mmd** (Calidad visual media y fragilidad visual media, 0,88%) y **Bmd** (Calidad visual baja y fragilidad visual, 0,09%) recogen las áreas descritas anteriormente pero con pendientes ligeramente inclinadas que causan que su absorción visual sea media. Las unidades correspondientes a **Amd** (Calidad visual alta y fragilidad media, 0,19%) y **Abj** (Calidad visual alta y fragilidad baja, 0,38%) recogen las áreas menos modificadas del paisaje correspondientes a bosques, zonas pantanosas y de ribera concentradas principalmente en el humedal Juan Amarillo, con otros parches cercanos al río de Bogotá y a los canales del AIPa.

0.6.2.3.3. Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona

Considerando la caracterización realizada, el proyecto plantea la introducción de infraestructura férrea subterránea y parcialmente elevada hacia la localidad de Suba. El paisaje local por donde pasará el proyecto presenta una variedad media y baja de elementos y de unidades paisajísticas como se ha evidenciado en la caracterización de este medio, no obstante la evaluación del impacto se encontrará en el capítulo 8 Evaluación ambiental.

En general el proyecto ocurre de forma predominante a lo largo de la unidad paisajística Mbj y Bbj que presenta una calidad visual media y baja y fragilidad visual baja. Es evidente que las localidades por donde se encuentra el trazado de la L2MB se encuentran densamente pobladas y con gran cantidad de vías y edificaciones residenciales hacia el occidente de la ciudad y una gran zona financiera y laboral de la ciudad, las cuales no presentan elementos muy llamativos en el paisaje, teniendo además una capacidad alta de absorción visual ante los cambios por las mismas edificaciones y el relieve en el que se encuentran, asimilando de manera más sencilla el proyecto.

Aunque la L2MB será un elemento novedoso inicialmente (incluso atractivo), al no representar un contraste frente al paisaje circundante sino que está acorde a los elementos antrópicos ya existentes en el área será asimilado visualmente por el paisaje sin mayores dificultades, teniendo en cuenta que además el mayor impacto se dará por la construcción de los accesos a las estaciones, junto con las últimas estaciones elevadas y el patio taller, por lo que el impacto visual será muy puntual a lo largo del trazo. Es importante considerar que esta zona cuenta con una gran cantidad de observadores que pueden notar la introducción del proyecto a distancias cortas, teniendo en cuenta que a distancias mayores la gran cantidad de obstáculos visuales (edificios) presentes dificulta la observación, por lo tanto el impacto visual está muy localizado a las áreas más adyacentes al proyecto. Es evidente que la introducción del proyecto sobre las unidades Bbj

no presenta un gran cambio dado que estas ya se encuentran en un grado de alteración importante por el desarrollo de la ciudad.

Por otro lado, es de destacar que existen zonas de importancia con una calidad visual moderada representada por las zonas verdes urbanas y pastos en las unidades Mbj y Mmd. En estas zonas el aporte a la calidad visual está dado por los elementos vegetales que agregan al paisaje colores, formas y algunos organismos de fauna que contrastan con la homogeneidad de los elementos urbanos de la ciudad de Bogotá, aclarando que la intervención sobre estos elementos es parcial, y en su mayoría se da sobre los pastos limpios en la localidad de Suba, además de algunas zonas verdes muy puntuales ya descritas. En línea con lo anterior, las unidades que aportan en mayor medida al paisaje se encuentran asociadas principalmente al humedal Juan Amarillo dentro del AIPa (unidades Amd y Abj), zona que no contrará con mayor afectación visual, dado que su intervención aledaña se trata del pozo 9 y no se afectará directamente esta cobertura incluida en el AIPa.

Las coberturas mencionadas como los parques urbanos aportan como espacios para la recreación y aumentan la conectividad ecológica que se ha ido perdiendo dentro de la ciudad de Bogotá, siendo áreas complementarias para la conectividad entre ecosistemas naturales que han sido fuertemente degradados como los humedales. La visibilidad como se mencionó anteriormente es alta en estas unidades gracias a la cantidad de observadores que visualizan estas áreas de manera permanente o transitoria, sin embargo, esta se limita a las zonas más cercanas al proyecto gracias a la cantidad de obstáculos visuales.

Finalmente, se concluye que el proyecto plantea un impacto moderado sobre coberturas vegetales principalmente de pastos limpios, los cuales no presentan una gran aporte a elementos del paisaje, además no se tienen como zonas de importancia paisajística ni con un mayor uso del espacio por parte de las comunidades.

0.6.2.4. Suelos

0.6.2.4.1. Perfiles de los suelos urbanos

La determinación de los puntos de monitoreo de suelos, se realizó teniendo en cuenta las unidades de suelos que de acuerdo con los requerimientos propios del proyecto, podrían ser susceptibles de intervención. Se escogieron 8 puntos de monitoreo de suelos, donde se realizó la descripción de perfiles, las respectivas pruebas de infiltración y la toma de muestras para análisis fisicoquímicos en laboratorio, todos con sus respectivas coordenadas, incluyendo las correspondientes unidades cartográficas geomorfológicas determinadas para el área de influencia del componente edafológico.

- **Descripción del perfil Metro Línea 2 P.1.**

Este perfil fue descrito en la ciudad de Bogotá, en la Calle 72 con Carrera 81, para determinar el estado actual de los suelos en cuanto a sus características físico, químicas y la presencia de contaminantes que se puedan encontrar en ellos.

Los suelos presentes en este primer punto son superficiales, están limitados por fragmentos de rocas tipo cascajo de forma irregular, y residuos de materiales de relleno en el segundo horizonte haciendo de este un suelo antrópico. Son bien drenados, no se encontró nivel freático, presentan una velocidad de infiltración moderadamente rápida, de texturas medias y ph ligeramente ácidos en superficie y neutros a profundidad.

- **Descripción del perfil Metro Línea 2 P.2.**

Este perfil fue descrito en la ciudad de Bogotá, en la Calle 72 Carrera 75b, para determinar el estado actual de los suelos en cuanto a sus características físico, químicas y la presencia de contaminantes que se puedan encontrar en ellos.

Los suelos presentes en este segundo punto son superficiales, están limitados por fragmentos de rocas tipo cascajo de forma irregular, y residuos de materiales de relleno en el segundo horizonte haciendo de este un suelo antrópico. Son bien drenados, no se encontró nivel freático, presentan una velocidad de infiltración moderadamente rápida, de texturas finas en superficie y medias a profundidad, de ph ligeramente alcalinos en el primer y tercer horizonte y ligeramente ácidos en el segundo horizonte.

- **Descripción del perfil Metro Línea 2 P.3.**

Este perfil fue descrito en la ciudad de Bogotá, en la sobre la Avenida Cali, para determinar el estado actual de los suelos en cuanto a sus características físico, químicas y la presencia de contaminantes que se puedan encontrar en ellos.

Los suelos presentes en este tercer punto son superficiales, están limitados por fragmentos de rocas tipo cascajo de forma irregular, y residuos de materiales de relleno en el segundo horizonte haciendo de este un suelo antrópico. Son bien drenados, no se encontró nivel freático, presentan una velocidad de infiltración rápida, de texturas medias en todo el perfil y de ph ligeramente alcalinos en superficie y tercer horizonte y se vuelve neutro en profundidad.

- **Descripción del perfil Metro Línea 2 P.4.**

Este perfil fue descrito en la ciudad de Bogotá, en el Humedal Juan Amarillo, para determinar el estado actual de los suelos en cuanto a sus características físico, químicas y la presencia de contaminantes que se puedan encontrar en ellos.

Los suelos presentes en este cuarto punto son superficiales, están limitados por fragmentos de rocas tipo cascajo de forma irregular, y residuos de materiales de relleno en el segundo horizonte haciendo de este un suelo antrópico. Son bien drenados, no se encontró nivel freático, presentan una velocidad de infiltración moderadamente lenta, de texturas finas en superficie y medias a profundidad, de ph muy fuertemente ácidos en todo el perfil.

- **Descripción del perfil Metro Línea 2 P.5.**

Este perfil fue descrito en la ciudad de Bogotá, en la Calle 127 con Carrera 102, para determinar el estado actual de los suelos en cuanto a sus características físico, químicas y la presencia de contaminantes que se puedan encontrar en ellos.

Los suelos presentes en este quinto punto son superficiales, están limitados por fragmentos de rocas tipo cascajo de forma irregular, y residuos de materiales de relleno en el segundo horizonte haciendo de este un suelo antrópico. Son bien drenados, no se encontró nivel freático, presentan una velocidad de infiltración moderada, de texturas medias en todo el perfil y de ph ligeramente a moderadamente ácidos.

- **Descripción del perfil Metro Línea 2 P.6.**

Este perfil fue descrito en la ciudad de Bogotá, en la Carrera 118 com Calle 130, para determinar el estado actual de los suelos en cuanto a sus características físico, químicas y la presencia de contaminantes que se puedan encontrar en ellos.

Los suelos presentes en este sexto punto son profundos, las raíces no presentan limitaciones aunque se encontraron residuos basura y fragmentos de roca tipo cascajo en un bajo porcentaje. Son bien drenados, no se encontró nivel freático, presentan una velocidad de infiltración moderadamente lenta, de texturas medio gruesas en todo el perfil y de ph ligeramente alcalinos en superficie y se vuelve ácido a profundidad.

- **Descripción del perfil Metro Línea 2 P.7.**

Este perfil fue descrito en la ciudad de Bogotá, en la localidad de suba barrio la gaitana, para determinar el estado actual de los suelos en cuanto a sus características físico, químicas y la presencia de contaminantes que se puedan encontrar en ellos.

Los suelos presentes en este séptimo punto son profundos, no presentan ningún tipo de limitación. Son bien drenados, no se encontró nivel freático, presentan una velocidad de infiltración moderada, de texturas medias en todo el perfil y de ph neutro en superficie y moderadamente ácido en profundidad.

- **Descripción del perfil Metro Línea 2 P.8.**

Este perfil fue descrito en la ciudad de Bogotá, en la localidad de Suba Tibabuyes, potrero, para determinar el estado actual de los suelos en cuanto a sus características físico, químicas y la presencia de contaminantes que se puedan encontrar en ellos.

Los suelos presentes en este octavo punto son muy superficiales, están limitados por el mal drenaje. Son mal drenados, no se encontró nivel freático, presentan una velocidad de infiltración lenta, de texturas finas en todo el perfil y de ph fuertemente ácido.

0.6.2.4.2. Vulnerabilidad a la contaminación de los suelos

En el área de influencia asociada al Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá se han identificado doce estaciones de servicio, las cuales pueden ser objeto de contaminación del suelo por posibles filtraciones de hidrocarburos a través de los contenedores subterráneos.

Para todas las estaciones de servicio, a las diferentes profundidades consideradas, se detectaron Hidrocarburos Totales C28-C40, pero sólo en el Punto 1 y 2 de la Estación 1, en el Punto 2 de la Estación 4, en el Punto 1 de la Estación 6, en el Punto 1 de la Estación 9, en el Punto 1 y 2 de la Estación 10 y en el Punto 1 de la Estación 11, se manifiesta presencia de Hidrocarburos Totales C10-C28. Sin embargo, las concentraciones de hidrocarburos no sobrepasan los límites de referencia basados en riesgos (LGBR) para los constituyentes de interés. Las mayores concentraciones de Hidrocarburos Totales C28-C40 fueron encontradas en el Punto 2 de la Estación 12 con una concentración de 330 mg/kg a 12 metros de profundidad. Por su parte, las mayores concentraciones de Hidrocarburos Totales C10-C28 se detectaron para el Punto 1 de la Estación 1 a 2 metros de profundidad con una concentración de 49.9 mg/kg. En términos generales se observa variabilidad en la concentración de hidrocarburos con la profundidad. En estaciones como la 1, 2, 5 y el punto 2 de la 7 se observa que la mayor concentración se detecta cerca de la superficie y disminuye a medida que se incrementa la profundidad, lo cual es indicativo de contaminación del suelo directamente desde la superficie. No obstante, es común evidenciar mayores concentraciones a mayores profundidades con respecto a la detectada en puntos cercanos a la superficie, como en las estaciones 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11 y 12, lo cual puede indicar arrastre de contaminante por parte de las aguas subterráneas.

Tomando como referencia el Manual Técnico para la Ejecución de Análisis de Riesgos del Ministerio de Ambiente, estas concentraciones no son tóxicas al contacto directo o en potencial migración al agua subterránea. Sin embargo, los valores encontrados en estos puntos indican la presencia de hidrocarburos y deben ser objeto de seguimiento durante la ejecución de las actividades del proyecto.

0.6.2.5. Hidrología

En el capítulo de Hidrología se incluyen los resultados de la caracterización hidrológica de las subcuencas que cruzan el trazado de la L2MB, identificadas a partir de la cartografía base del proyecto.

La caracterización 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:

- Representación espacial de variables climáticas: precipitación media anual y mensual; temperatura media, máxima y mínima mensual y anual. Estimación de la evapotranspiración para balance hídrico.
- 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.
- Localización de los sistemas lénticos y lóticos identificados, y de las cuencas hidrográficas existentes dentro del área de influencia.
- Caracterización morfométrica de las cuencas identificadas (área, perímetro, pendiente media, índice de compacidad, factor de forma, tiempos de concentración, índice de sinuosidad, densidad de drenaje y corrientes).
- Caracterización hidrológica en términos de caudales medios, máximos, mínimos y ambientales.
- Identificación de los sistemas hídricos naturales y/o artificiales superficiales y sus patrones de drenaje y flujo.
- Estimación del balance hídrico para identificar los meses de superávit y déficit y el porcentaje de recarga al acuífero.
- Identificación de la dinámica fluvial de las fuentes que pueden ser afectadas por el proyecto, así como las posibles alteraciones de su régimen natural (relación temporal y espacial de inundaciones).
- Estimación de índices hidrológicos (Uso del Agua, Vulnerabilidad hídrica, Regulación y Aridez).

El área de estudio se encuentra instrumentada con estaciones climatológicas operadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) y la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, las cuales permiten conocer el comportamiento altitudinal y temporal de variables climáticas como: temperatura, brillo solar, radiación solar, humedad relativa, evaporación, velocidad y dirección del viento, nubosidad y la distribución espacial y temporal de la precipitación total. En la Figura 15 se presentan las estaciones identificadas en la zona del proyecto, diferenciadas por colores según las entidades operadoras.

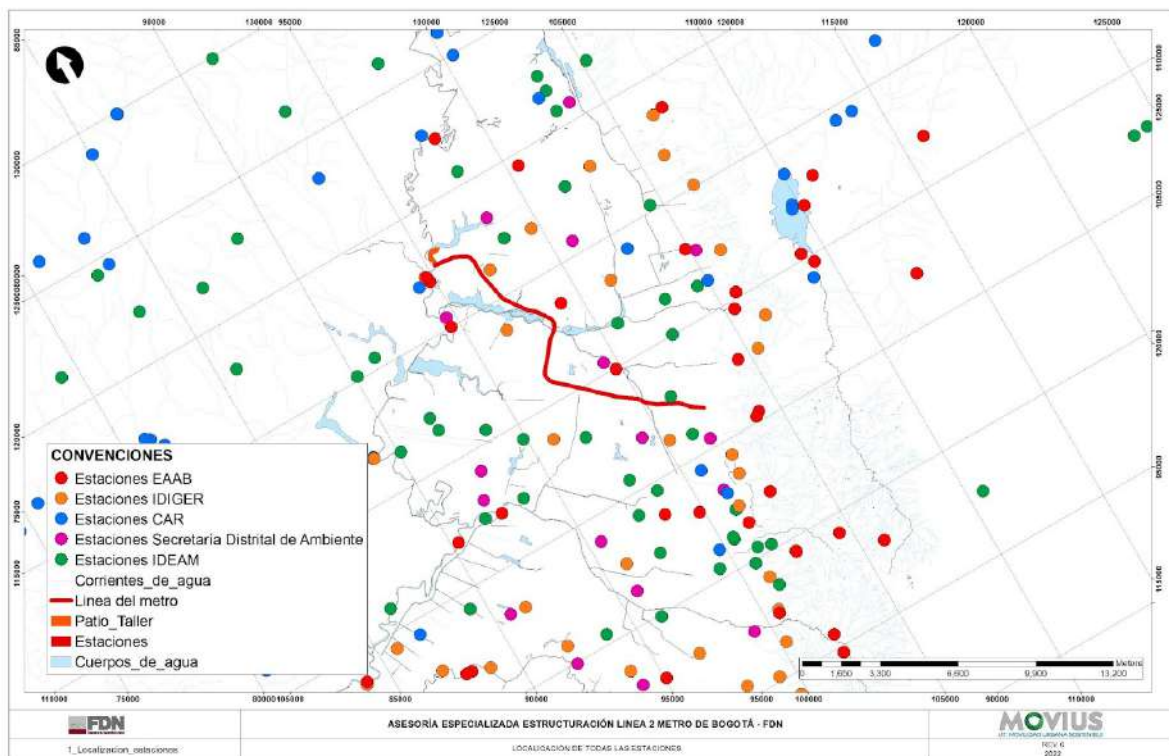


Figura 15. Localización espacial de las estaciones de todas las entidades disponibles en la zona.

Fuente: UT MOVIOUS 2022.

De los análisis realizados a las variables climáticas a partir de los registros tomados de las estaciones en la zona de estudio se tiene que: la precipitación varía en un rango de 850 mm a 1100 mm (Ver Figura 16), la temperatura varía en un rango entre 8,26°C - 14,12°C (ver Figura 17) y la evaporación está entre 46 mm - 83 mm (ver Figura 18). En cuanto a los sistemas lóticos y lénticos, en el área del proyecto se identificó que los sistemas lóticos que cruzan el trazado del proyecto son: Canal Salitre, Canal Cafam y el Brazo del Humedal Juan Amarillo, mientras que los sistemas lénticos corresponden al Lago Club los Lagartos, el Humedal Juan Amarillo y el Humedal La Conejera. En cuanto a la Quebrada La Vieja, esta no cruza con el proyecto pero su recorrido con sección natural antes de ser canalizado hasta el canal salitre está próximo al trazado de la línea 2 del metro en la zona de la iglesia de la porciúncula.

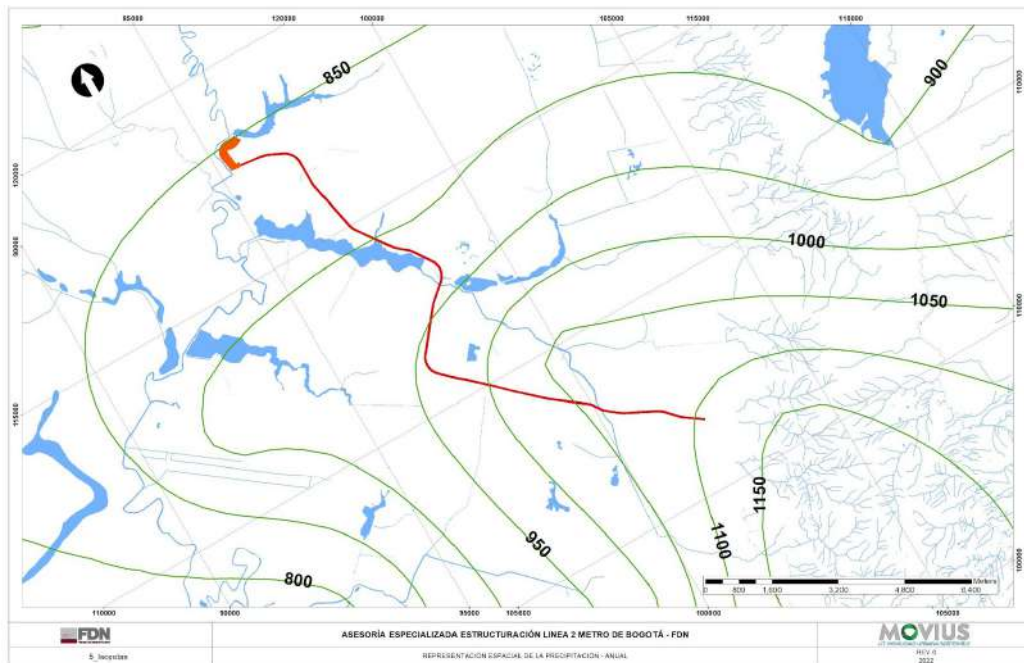


Figura 16. Comportamiento espacial de la precipitación total media multianual (mm).
Fuente: UT MOVIVUS 2022.

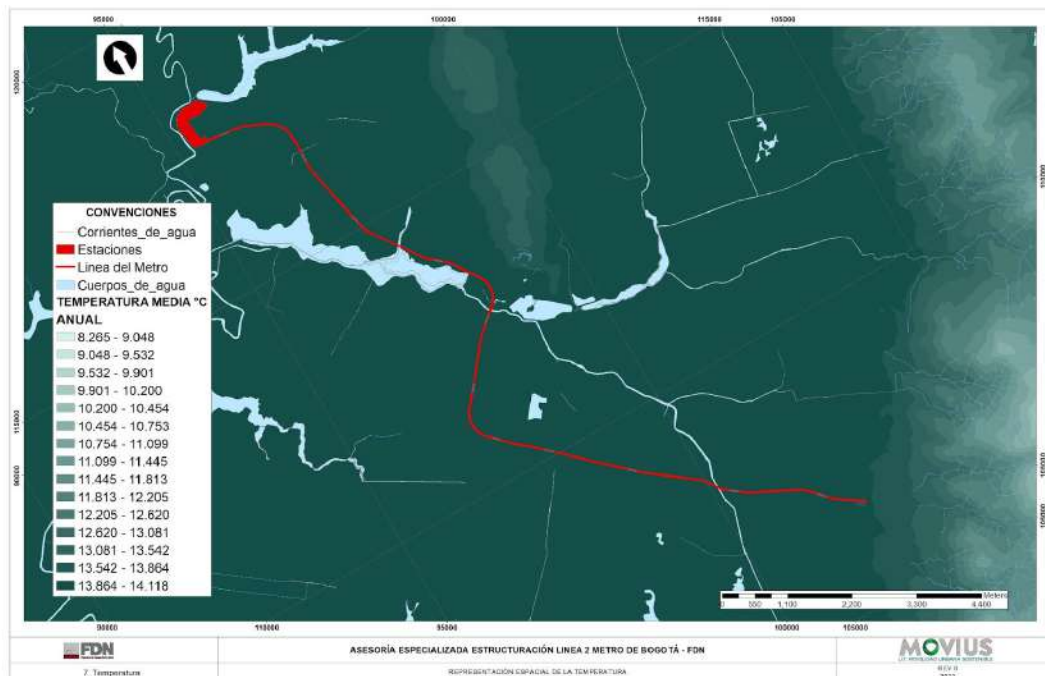


Figura 17. Comportamiento espacial de la temperatura media anual (°C).
Fuente: UT MOVIVUS 2022.

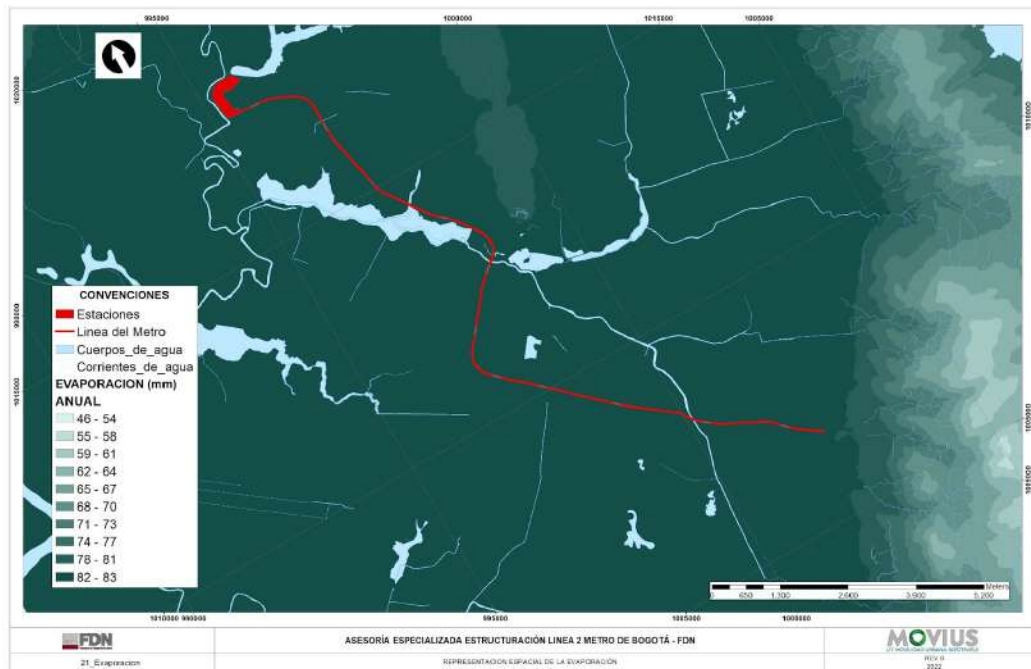


Figura 18. Comportamiento espacial de la evaporación media anual (mm).

Fuente: UT MOVIVUS 2022.

Para la estimación de los caudales medios inicialmente se identificaron las estaciones limnimétricas y limnigráficas en la zona de estudio, sin embargo, se evidenció que estas quedan fuera de las cuencas analizadas o en zonas donde sus áreas de drenaje no son representativas, por lo que la definición de estos para cada subcuenca y para cada mes se realizó a partir de los registros para la precipitación media, el coeficiente de escorrentía y el área de las cuencas delimitadas. En la Tabla 6 se presentan los caudales medios estimados.

Tabla 6. Caudal medio multianual

Subcuenca	Q medio (m ³ /s)
Humedal La Conejera	0,29
Canal Cafam	0,05
Cuenca 1	0,04
Humedal Juan Amarillo	0,05
Cuenca 2	0,04
Canal Salitre B	0,76
Canal Salitre Completo	2,86

Fuente: UT MOVIVUS 2022.

En cuanto a los caudales máximos, debido a que en el tramo de análisis para la línea 2 del metro de Bogotá no se cuenta con estaciones de caudales que permitan estimar los caudales máximos a partir de registros históricos, es

necesario emplear metodologías indirectas. En este caso se implementó el modelo lluvia escorrentía HEC- HMS, teniendo en cuenta que el método racional aplica para subcuencas con áreas de drenaje menores a 2,5 km². En la Tabla 7 se presentan los caudales máximos estimados para diferentes periodos de retorno.

Tabla 7. Caudales máximos en las subcuencas en estudio para diferentes periodos de retorno (m³/s).

Cuenca	2,33 Años	5 Años	10 Años	15 Años	25 Años	50 Años	100 Años
Humedal La Conejera	15,47	24,35	32,08	36,61	42,89	51,09	59,62
Canal Cafam	13,81	17,34	20,22	21,82	23,83	26,49	29,15
Cuenca 1	9,25	11,44	13,27	14,27	15,64	17,42	18,96
Humedal Juan Amarillo	14,04	17,15	19,85	21,39	23,31	25,75	28,18
Cuenca 2	10,2	12,07	13,89	15,1	17,47	17,88	19,38
Canal Salitre B	60,2	100,79	132,57	157,78	184,47	232,21	242,24
Canal Salitre Completa	144,23	223,23	291,37	331,22	381,94	449,35	494,89

Fuente: UT MOVIUS 2022.

La estimación de los caudales mínimos para diferentes periodos de retorno se realizó a partir de la serie anual de caudales medios mínimos diarios. Se estimaron los caudales mínimos para diferentes periodos de retorno para cada estación disponible; Parque Nacional - Río Arzobispo, Ventana-Captación - QDA. La Vieja, y Tramonti - QDA. Chico. S. Analizando los registros de estas estaciones, se evidencia que para la estación Tramonti - QDA. Chico. S existen registros donde el caudal es 0, siendo este el valor mínimo, lo que quiere decir que en alguna época del año se secan. Para las demás estaciones, se realizó un análisis de frecuencias de caudales mínimos de la estación. En la estación Parque Nacional - Río Arzobispo, el mejor ajuste fue el realizado por método de Log-Pearson. Los caudales mínimos para diferentes periodos de retorno de las estaciones dentro de la zona de estudio se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Caudales mínimos (m³/s) para diferentes periodos de retorno de las estaciones dentro de la zona de estudio.

Estación	2 Años	5 Años	10 Años	15 Años	20 Años	25 Años	50 Años	100 Años
20949 VENTANA - CAPTACIÓN - QDA. LA VIEJA	0,0061	0,0041	0,0037	0,0035	0,0035	0,0034	0,0033	0,0033
20951 PARQUE NACIONAL - RÍO ARZOBISPO	0,0056	0,0029	0,0020	0,0017	0,0015	0,0014	0,0012	0,0010

Fuente: UT MOVIUS 2022.

Para el balance hídrico de las cuencas en el proyecto se utiliza 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 climáticas. Para este caso se utilizará como salidas la evapotranspiración potencial (ETP) y el caudal de salida (Qs). En la Figura 19 a Figura 26 se presentan los resultados del balance hídrico realizado para cada una de las cuencas analizadas en el proyecto.

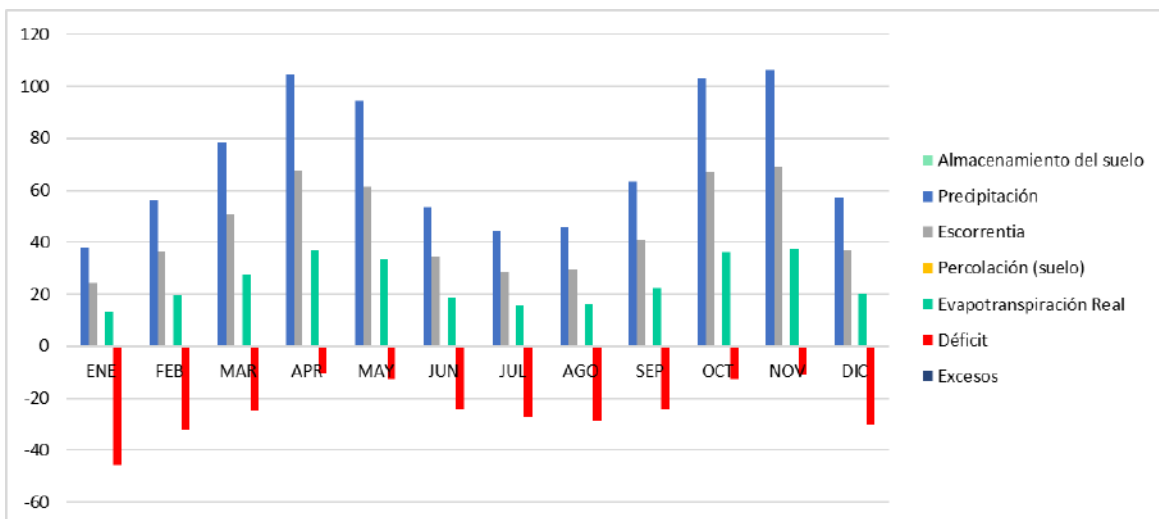


Figura 19. Balance hídrico del Humedal La Conejera en (mm).
Fuente: UT MOVIUS 2022.

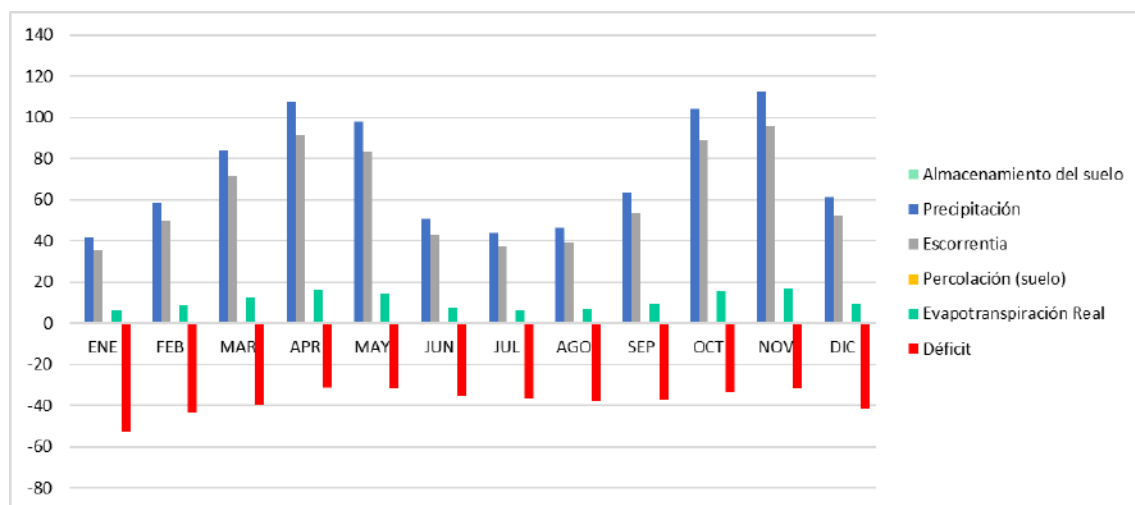


Figura 20. Balance hídrico del Canal Cafam en (mm).
Fuente: UT MOVIUS 2022.

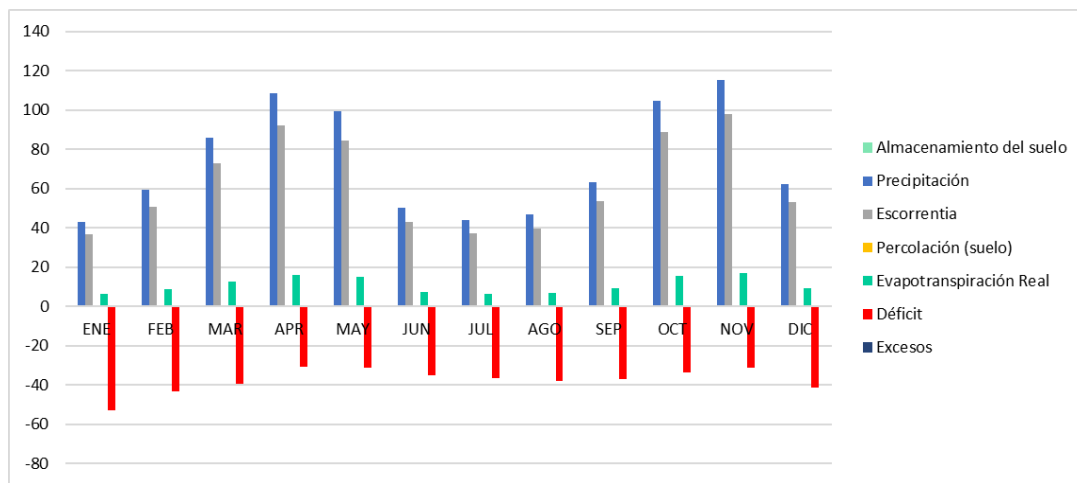


Figura 21. Balance hídrico de la Cuenca 1 en (mm).
Fuente: UT MOVIUS 2022.

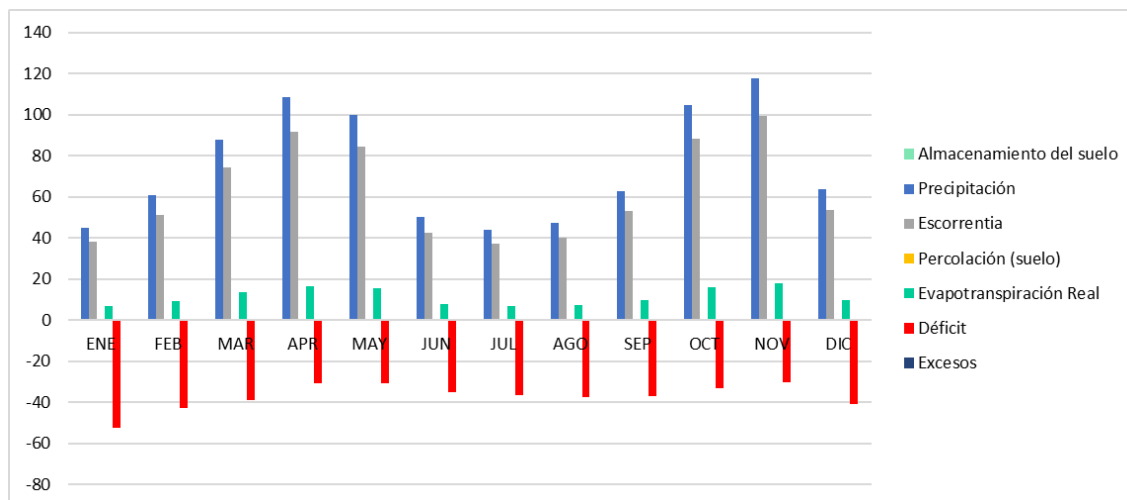


Figura 22. Balance hídrico del Humedal Juan Amarillo en (mm).
Fuente: UT MOVIUS 2022.

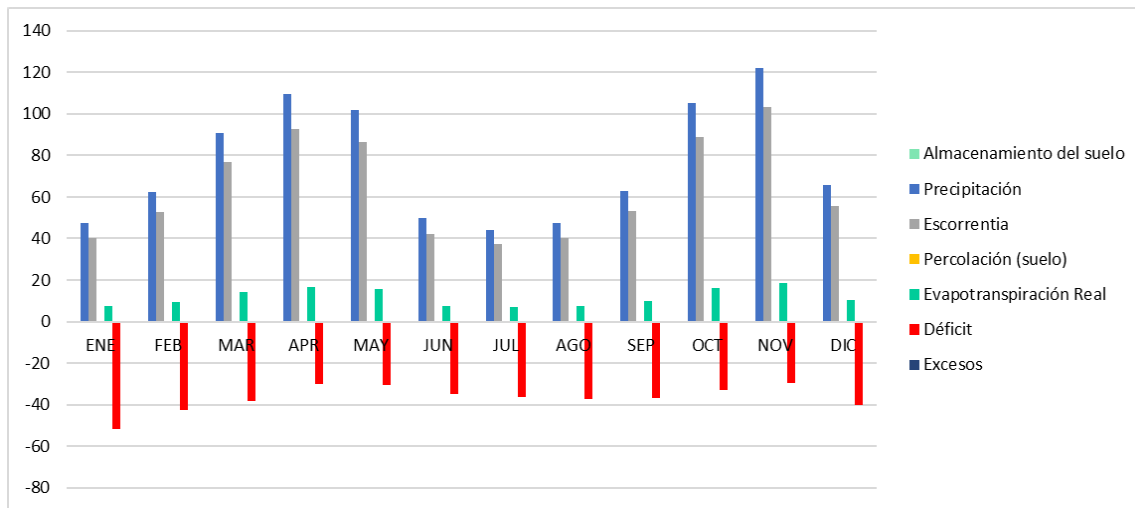


Figura 23. Balance hídrico de la Cuenca 2 en (mm).
Fuente: UT MOVIUS 2022.

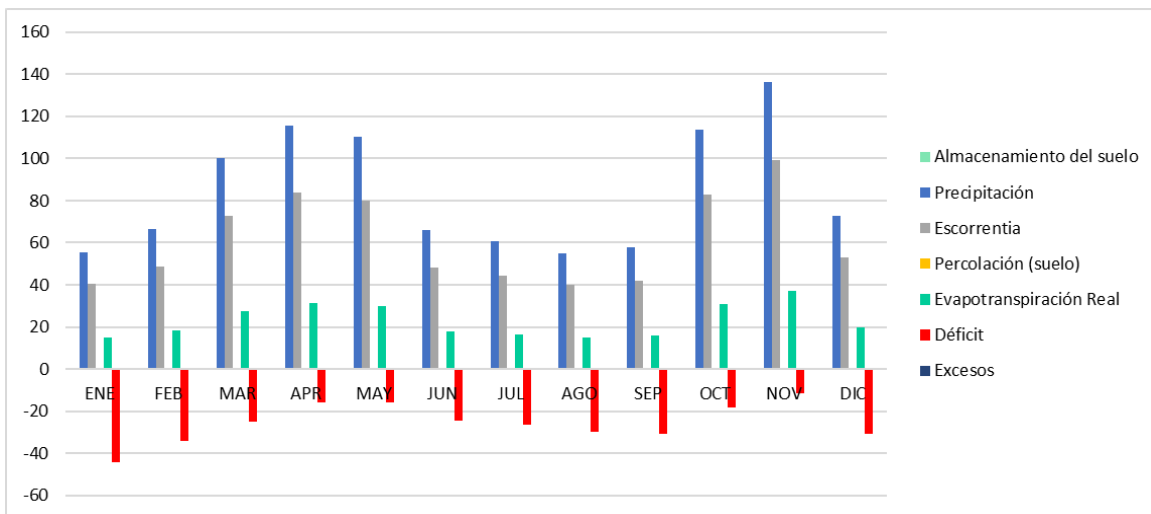


Figura 24. Balance hídrico del Canal Salitre Completo en (mm).
Fuente: UT MOVIUS 2022.

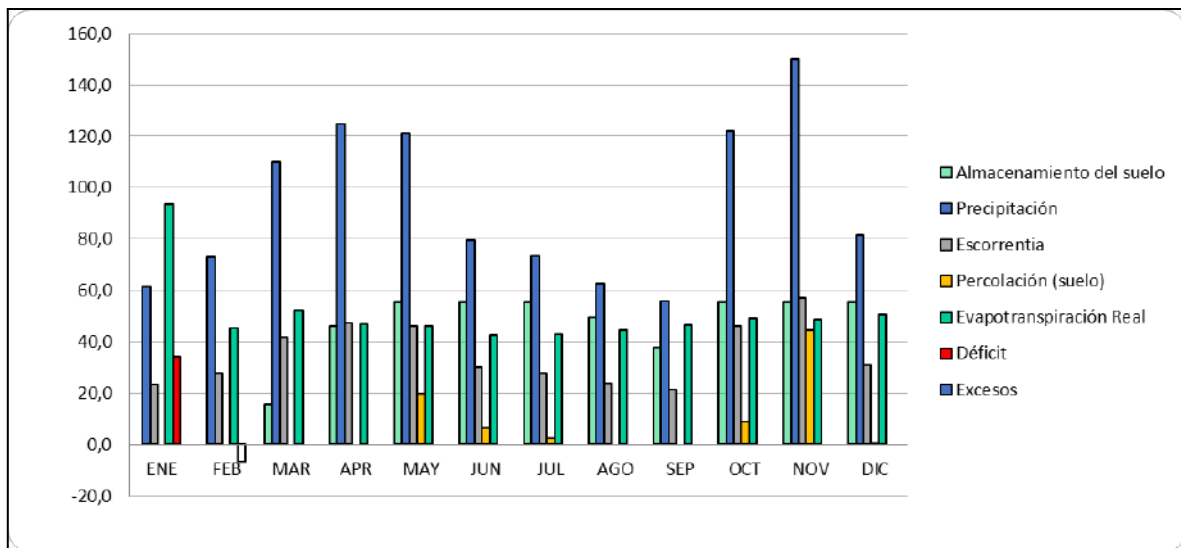


Figura 25. Balance hídrico subcuenca rural (cerros orientales) (mm).
Fuente: UT MOVIUS 2022.

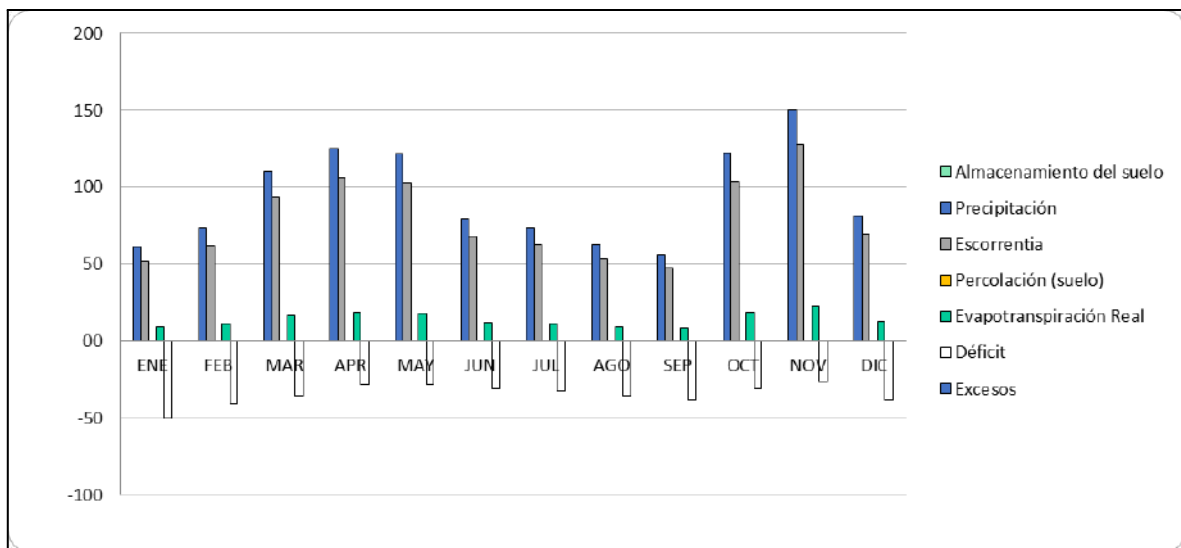


Figura 26. Balance hídrico subcuenca urbana zona calle 72 (mm).
Fuente: UT MOVIUS 2022.

Como complemento a los análisis realizados en el estudio hidrológico, se hizo la revisión de niveles de lámina de agua en el río Bogotá, específicamente en la zona del patio taller, esto con la finalidad de verificar niveles y generar las alertas asociadas al riesgo de inundaciones en la zona del Patio Taller para la L2MB. Tomando como base la información del modelo digital del río Bogotá realizado por la CAR en el software HEC-RAS y el valor de caudal previamente definido para un periodo de retorno de 1000 años, se determinó que el nivel de la lámina de agua en la abscisa K68+619 alcanza la cota 2545,21 msnm. Esta sección se utilizó para el análisis de niveles teniendo en cuenta que se localiza justo enfrente del sitio de implantación proyectado para el patio taller y corresponde a la sección natural del río Bogotá.

Posteriormente se realizó el mismo análisis al modelo digital en HEC-RAS, pero considerando la sección dragada proyectada para el río Bogotá, la cual está definida por la CAR. A continuación se listan los parámetros geométricos establecidos por la CAR para la sección dragada:

- Fondo del Cauce: 20 m
- Coeficiente de rugosidad de Manning: 0,035 m para el canal y 0,050 para las bancas.
- Coeficiente de expansión: 0,30
- Coeficiente de contracción: 0,10
- Pendiente longitudinal: 0,000073 m/m
- Cota Jarillón: 2544,7 m

De los análisis realizados para evaluar el nivel de la lámina de agua en la sección natural y en la sección dragada, se evidencia que para ambas condiciones la lámina de agua para 1000 años de periodo de retorno supera la altura de los diques indicados en el modelo de la CAR. Al analizar la cota del jarillón se notó que los niveles de este difieren entre los datos registrados por el modelo digital de la CAR y la elevación del modelo digital desarrollado, en este último las cotas del jarillón resultan ser mayores a lo establecido por la CAR. Al comparar las secciones del modelo digital (DTM) desarrollado en el año 2022 con el modelo DTM de la CAR para el río Bogotá suministrado en el año 2018, se evidencia que la altura del jarillón no coincide y tampoco es constante. En los modelos se detecta una diferencia de cotas que varían entre 0,50 m y 2,0 m, lo cual puede deberse a las diferentes causas asociadas a la tecnología utilizada en los levantamientos, amarres, triangulaciones, etc.

Aunque el nivel de los diques en el modelo digital de la CAR es más bajo, con los niveles del modelo digital de terreno realizado se evidencia que el nivel de la lámina de agua para un periodo de retorno de 1000 años no sobrepasará la altura de los diques disminuyendo el riesgo asociado a inundaciones en el patio taller para el periodo de retorno evaluado. De lo anterior se concluye que para las condiciones presentadas por el modelo digital del terreno desarrollado para este proyecto, la sección del cauce puede transportar los caudales asociados a un periodo de retorno de 1000 años.

0.6.2.6. Calidad del agua

Con el propósito de evaluar el estado de la calidad del agua de los cuerpos hídricos identificados en el área de influencia del proyecto, antes de su ejecución, y estimar los potenciales impactos sobre este, se realiza la caracterización fisicoquímica, bacteriológica y microbiológica sobre 14 puntos de muestreo localizados en los cuerpos de agua más representativos en el trazado de la línea del Metro 2 de Bogotá. Se aclara que en el proyecto no se tienen contemplados permisos de vertimiento o de captación de agua superficial.

- Índices de calidad del Agua

El indicador de calidad del agua superficial se calcula a partir de los datos de concentración de un conjunto de cinco variables que determinan la calidad de las aguas corrientes superficiales. Las variables son: oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica y pH.

Teniendo en cuenta el resultado del índice ICA en las dos campañas de monitoreo, se indica una calidad del agua de tipo regular y mala en la mayoría de los puntos. Esto, puede estar influenciado principalmente por elevadas concentraciones de conductividad eléctrica; también, por las características del tipo de suelos y rocas por los cuales fluye el agua, por la concentración de partículas en suspensión, el pH, la demanda química de oxígeno y la concentración de nitrógeno y fósforo total, que inciden en la carga de materia orgánica en las muestras de agua.

0.6.2.7. Usos del agua

El eje del sistema hídrico de la ciudad de Bogotá D.C., cuenta con tres grandes ríos que dividen la ciudad básicamente en tres cuencas de drenaje; Salitre, Fucha y Tunjuelo, siendo estos los cauces mayores que nacen en los cerros orientales recibiendo las aguas de varias quebradas creándose así por su confluencia.

La presente caracterización se ha llevado a cabo mediante la revisión de información secundaria proveniente de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA), Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Observatorio Regional Ambiental y de Desarrollo Sostenible del Río Bogotá (ORARBO) y el Instituto de Estudios Urbanos de la Universidad Nacional.

0.6.2.8. Hidrogeología

El estudio de las condiciones hidrogeológicas del AI contempló la caracterización cualitativa y cuantitativa de las unidades geológicas, la estimación de sus parámetros hidráulicos y la calidad del agua, así como la determinación de los niveles del agua en el subsuelo y la definición de la zonas de recarga y direcciones de flujo. Estos aspectos esenciales para la elaboración del modelo hidrogeológico conceptual (MHC) y modelo hidrogeológico numérico (MHN) -el cual se desarrolla sobre el primero- permitieron establecer las condiciones iniciales del sistema y predecir los posibles impactos relacionados a las actividades que conforman el desarrollo del proyecto.

0.6.2.8.1. 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.

El modelo geológico como una de las líneas de análisis dentro del MHC, 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 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.

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.

Dentro de la caracterización hidrogeológica del área de influencia del proyecto, 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 como permeabilidad y conducción hidráulica complementan la definición de las unidades hidrogeológicas.

En este sentido, las propiedades de los materiales permiten diferenciar unidades hidrogeológicas de la siguiente manera:

- Acuífero: Formación geológica constituida por una o más capas de roca en donde existen espacios intercomunicados que permiten el almacenamiento y flujo de agua.
- Acuícludo: Formación geológica que contiene agua en cantidad apreciable y que no permite la circulación del agua a través del medio.

- Acuitardo: Formación geológica que contiene agua en cantidad apreciable pero que solo permite su flujo muy lentamente.
- Acuífugo: Formación geológica de muy baja permeabilidad y porosidad efectiva, que no tiene capacidad de almacenar ni de permitir el flujo de agua.

A partir de estos conceptos, las unidades hidrogeológicas con base en la capacidad específica identificadas y se presentan a continuación:

Tabla 9. Unidades hidrogeológicas definidas con base en la condición litológica

Unidad hidrogeológica	Unidad geológica asociada	Nomenclatura		Litología
Unidad sin interés hidrogeológico	Depósito de Relleno Antrópico	Qan		Relleno Antrópico
Acuífero pobre o de baja productividad	Depósitos de Llanura de inundación	Qlla	Qlla-are	Arenas finas
	Depósitos coluviales	Qdp		Fragmentos heterométricos embebidos en una matriz con arcilla, limo y arena.
	Complejo de conos	Qcc	Qcc-are+mat	Niveles arenosos con alto contenido de materia orgánica
			Qcc-arc+are	Intercalación de niveles delgados de arcillas y arenas
	Formación Cacho	Tpc		Areniscas con Intercalaciones de arcillolitas..
Acuitardo en depósitos cuaternarios y rocas pre cuaternarias	Complejo de conos	Qcc	Qcc-col	Depósito de Coluvión: Arcillas, limos y arenas con gravas (bloque-bolo pequeño y medio) de cuarzo arenisca
	Depósitos lacustres de la Formación Sabana o Terraza Alta	Qta	Qta-mat	Niveles o lentes de arcillas color negro o gris oscuro con alto contenido de materia orgánica. También se asocian niveles delgados de turbas
			Qta-arc1 (Qta-1)	Arcillas color gris verdoso, verde oliva o marrón oliva con bajo contenido de materia orgánica
			Qta-arc2 (Qta-2)	Arcillas color gris oliva, gris pardusco o marrón medio con materia orgánica
	Formación Bogotá Formación Guaduas Formación Plaeners	Tpb Ktg Kgsp		Unidades predominantemente arcillosas con intercalaciones de areniscas

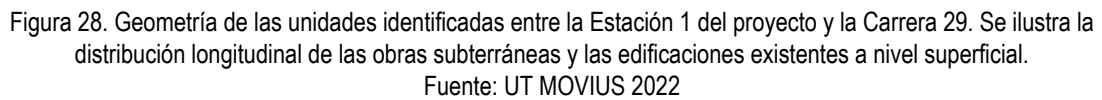
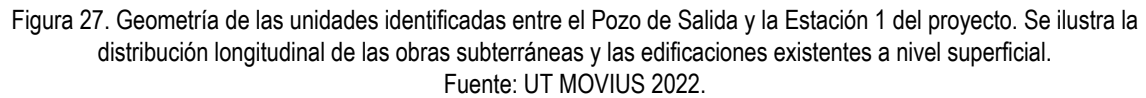
Fuente: UT MOVIUS 2022.

Con base en la cartografía de las unidades geológicas de superficie y las secciones geológicas de análisis, se obtuvo la geometría del subsuelo a nivel vertical y lateral de las unidades hidrogeológicas identificadas como se describe a continuación:

Las condiciones hidrogeológicas (NW-SE), (NS) y (NE-SW) Sección longitudinal A-A'. Por el lineamiento del túnel, desde el K0+000 en inmediaciones de la Estación 1 hasta el K0+100, atraviesa la unidad hidrogeológica Ac - Qcc caracterizada inicialmente por niveles matriz soportados y clasto soportados del Complejo de Conos (Qcc), cuya matriz tiene un alto porcentaje de arcillas y corresponden a Acuíferos de baja productividad asociados a sedimentos grueso - granulares con capacidad específica entre 0.05 y 1.0 l/s/m. 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), asociada a la unidad hidrogeológica Ac-Qta como acuitardo en depósito cuaternario de muy baja productividad con capacidad específica promedio menor a 0.05 l/s/m. Entre el K8+830 y K9+770; K11+000 y K11+060; K14+530 y K15+530 atraviesa la unidad hidrogeológica A-Qlla caracterizada por Acuíferos pobres o de baja productividad asociados a sedimentos granulares finos con capacidad específica entre 0.05 y 1.0 l/s/m. Anexo 5.2 -1.3.

La distribución litológica longitudinal del trazado a nivel vertical y lateral expone la siguiente geometría:

- Entre el K0+000 y K0+500 se presentan sedimentos del complejo de conos (Qcc) asociado a las unidades hidrogeológicas Ac-Qcc denominada Acuíferos de baja productividad asociados a sedimentos grueso - granulares con capacidad específica entre 0.05 y 1.0 l/s/m. Bajo esta unidad se diferencia el nivel de rocas de la formación Bogotá (Tpb) asociado a la unidad hidrogeológica Ac-Tpb denominada Acuitardo y niveles de acuíferos semiconfinados a confinados locales de muy baja productividad con capacidad específica promedio menor a 0.05 l/s/m.
- 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) asociados con la unidad hidrogeológica Ac-Qta denominada acuitardo en depósito cuaternario de muy baja productividad con capacidad específica promedio menor a 0.05 l/s/m.
- 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) Esta secuencia litológica corresponde con las unidades hidrogeológicas A-Qlla Acuíferos de baja productividad asociados a sedimentos granulares finos con capacidad específica entre 0.05 y 1.0 l/s/m y Ac-Qta denominada acuitardo en depósito cuaternario de muy baja productividad.



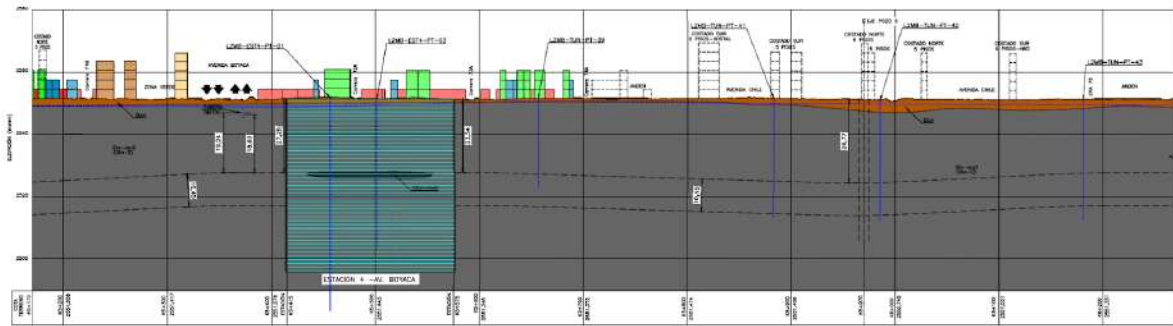


Figura 29. Geometría de las unidades identificadas entre la Estación 4 del proyecto y la Carrera 78 (abscisa k6+200). Se ilustra la distribución longitudinal de las obras subterráneas y las edificaciones existentes a nivel superficial.
Fuente: UT MOVIUS 2022

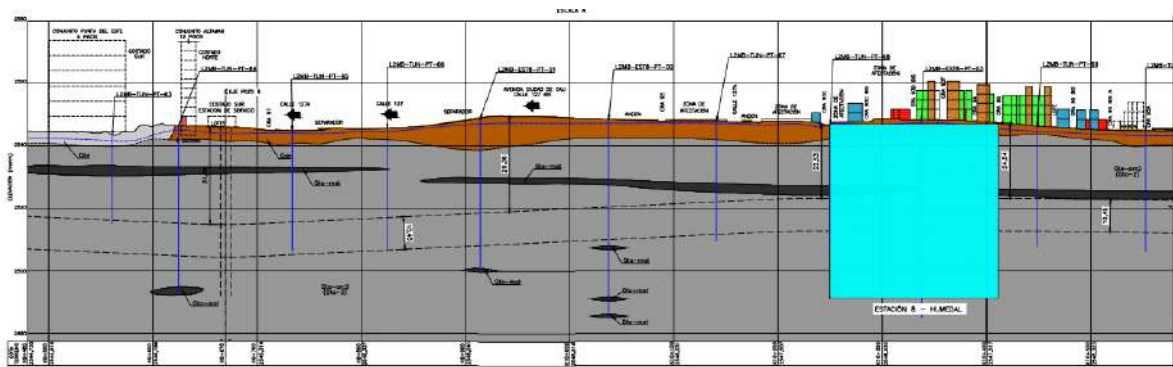


Figura 30. Geometría de las unidades identificadas entre la abscisa k9+600 y la Estación 8 (Humedal Juan Amarillo). Se ilustra la distribución longitudinal de las obras subterráneas y las edificaciones existentes a nivel superficial.
Fuente: UT MOVIUS 2022

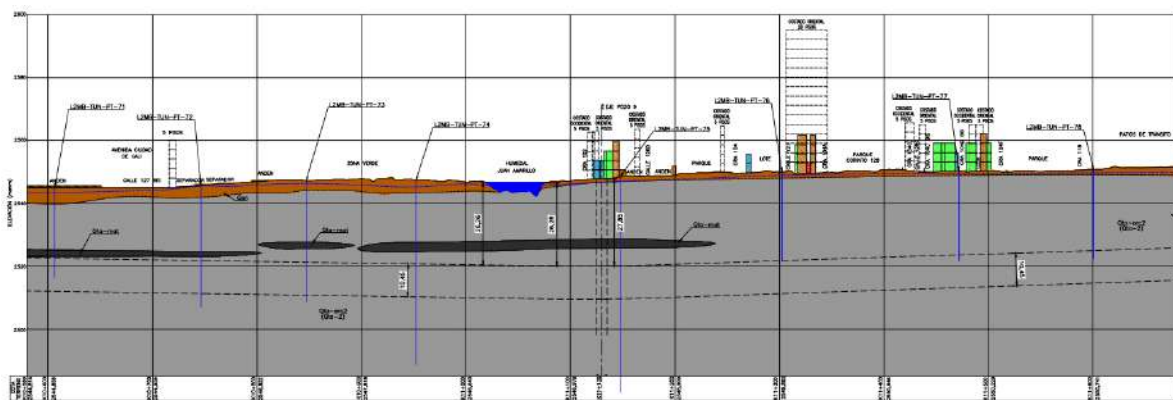


Figura 31. Geometría de las unidades identificadas entre la abscisa k10+600 - Brazo Humedal Tibabuyes y la abscisa k11+600 (sobre Cra. 118). Se ilustra la distribución longitudinal de las obras subterráneas y las edificaciones existentes a nivel superficial.
Fuente: UT MOVIUS 2022

La evaluación de los parámetros hidráulicos se realiza a partir de la información obtenida de las investigaciones subterráneas (piezómetros), datos de ensayos de permeabilidad, e información secundaria disponible. Se tiene en cuenta las condiciones de los drenajes relacionados con humedales, quebradas y fuentes de agua superficiales asociados. En la Tabla 10, se indican los sectores de ejecución de ensayos con los valores de permeabilidad máximo y mínimo obtenidos.

Tabla 10. Zonas Homogéneas. Valores de permeabilidad medidos máximo y mínimo

ZONA HOMOGÉNEA	PERFORACIÓN	COORDENADAS DE EJECUCIÓN			TIPO DE ENSAYO	RESULTADOS PERMEABILIDAD (m/s) TIPO DE SUELO(1)		
		NORTE	ESTE	El. msnm		Máximo	Mínimo	TIPO DE SUELO
ZH1 K0+000-K0+446	L2MB-TUN-PT-04	1006622,589	1002235,688	2579	Lefranc	$2,16 \times 10^{-7}$	$1,13 \times 10^{-10}$	Qcc-col Qcc-alu Tpb
	L2MB-TUN-PT-01	1002173,53	1006679,68	2594	Lefranc	$2,46 \times 10^{-7}$	$7,03 \times 10^{-9}$	Qcc-col Qcc-are+gra
	L2MB-TUN-PT-05	1001914,342	1006868,139	2568	Lefranc	$8,86 \times 10^{-7}$	$6,62 \times 10^{-9}$	Qcc-mat Qcc-are+lim Qcc-are+gra Qcc-alu
ZH2 K0+446 - K4+300	L2MB-DEP-PT-02	1001756,954	1006992,261	2565	Lefranc	$2,31 \times 10^{-8}$	$5,25 \times 10^{-11}$	Qcc-are+lim Qcc-mat Qcc-are+gra Qcc-are
	L2MB-DEP-PT-04	1001627,738	1007063,485	2563	Lefranc	$2,58 \times 10^{-8}$	$3,57 \times 10^{-10}$	Qcc-alu Qcc-mat Qta-arc1
	L2MB-TUN-PT-07	1001453,905	1007275,903	2563	Lefranc	$2,11 \times 10^{-8}$	$2,50 \times 10^{-10}$	Qta-arc1
	L2MB-TUN-PT-09	1001237,545	1007328,298	2560	Lefranc	$2,79 \times 10^{-9}$	$2,52 \times 10^{-12}$	Qta-arc1
	L2MB-TUN-PT-13	1000758,907	1007684,492	2555	Lefranc	$1,07 \times 10^{-7}$	$4,94 \times 10^{-9}$	Qta-arc1
	L2MB-TUN-PT-02	1007970,509	1000310,782	2546	Lefranc	$1,09 \times 10^{-8}$	$8,02 \times 10^{-10}$	Qta-arc1
	L2MB-TUN-PT-20	1008433,331	999770,653	2554	Lefranc	$1,42 \times 10^{-8}$	$5,00 \times 10^{-11}$	Qta-arc1
	L2MB-TUN-PT-22	1008621,321	999525,943	2554	Lefranc	$6,78 \times 10^{-9}$	$4,20 \times 10^{-10}$	Qta-arc1
	L2MB-EST3-PT-01	1008949,384	999060,566	2552	Lefranc	$7,30 \times 10^{-9}$	$3,90 \times 10^{-10}$	Qta-arc1
ZH3 K4+300 -K14+500	L2MB-TUN-PT-29	1009416,904	998703,065	2554	Lefranc	$4,72 \times 10^{-8}$	$6,59 \times 10^{-9}$	Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-31	1009602,59	998520,42	2555	Lefranc	$1,56 \times 10^{-8}$	$1,39 \times 10^{-9}$	Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-35	1009898,251	998214,585	2556	Lefranc	$2,89 \times 10^{-9}$	$2,10 \times 10^{-10}$	Qta-arc2 Qta-arc3
	L2MB-TUN-PT-40	997762,51	1010280,45	2556	Lefranc	$1,48 \times 10^{-7}$	$1,20 \times 10^{-10}$	Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-42	1010364,245	997652,761	2555	Lefranc	$8,11 \times 10^{-8}$	$3,44 \times 10^{-10}$	Qta-arc2

ZONA HOMOGENEA	PERFORACIÓN	COORDENADAS DE EJECUCIÓN			TIPO DE ENSAYO	RESULTADOS PERMEABILIDAD (m/s) TIPO DE SUELO(1)		
		NORTE	ESTE	El. msnm		Máximo	Mínimo	TIPO DE SUELO
	L2MB-EST5-PT-01	1010767,885	997160,592	2555	Lefranc	$4,80 \times 10^{-9}$	$2,77 \times 10^{-11}$	Qta-arc2 Qta-arc3
	L2MB-EST5-PT-03	997053,432	1010859,473	2555	Lefranc	$4,98 \times 10^{-8}$	$2,94 \times 10^{-10}$	Qta-arc2 Qta-arc3
	L2MB-TUN-PT-47	1011027,876	997062,565	2555	Lefranc	$2,40 \times 10^{-8}$	$8,02 \times 10^{-10}$	Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-49	1011221,18	997034,23	2555	Lefranc	$2,18 \times 10^{-8}$	$2,67 \times 10^{-10}$	Qta-arc2 Qta-arc3
	L2MB-TUN-PT-51	1011410,458	997140,429	2555	Lefranc	$5,33 \times 10^{-8}$	$1,90 \times 10^{-9}$	Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-54	997552,276	1011927,334	2556	Lefranc	$1,63 \times 10^{-8}$	$1,09 \times 10^{-9}$	Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-56	997757,172	1012142,598	2556	Lefranc	$1,90 \times 10^{-8}$	$8,07 \times 10^{-10}$	Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-60	997955,711	1012418,007	2555	Lefranc	$2,95 \times 10^{-8}$	$5,06 \times 10^{-10}$	Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-61	998223,894	1012656,344	2551	Lefranc	$2,62 \times 10^{-9}$	$5,36 \times 10^{-11}$	Qta-mat Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-57	998698,64	1013083,66	2556	Lefranc	$5,49 \times 10^{-7}$		Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-63	998295,712	1013195,121	2549	Lefranc	$1,21 \times 10^{-7}$	$3,04 \times 10^{-9}$	Qta-mat Qta-arc2
	L2MB-EST8-PT-01	1013559,43	998208,197	2544	Lefranc	$6,33 \times 10^{-9}$	$5,45 \times 10^{-10}$	Qta-arc2 Qta-arc3
	L2MB-TUN-PT-67	998058,426	1013727,148	2555	Lefranc	$2,96 \times 10^{-9}$	$2,65 \times 10^{-10}$	Qta-arc2 Qta-arc3
	L2MB-TUN-PT-69	997822,181	1013924,774	2550	Lefranc	$6,88 \times 10^{-9}$	$4,44 \times 10^{-10}$	Qta-mat Qta-arc2 Qta-arc3
	L2MB-TUN-PT-71	997727,112	1014051,315	2548	Lefranc		$6,04 \times 10^{-10}$	Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-73	997621,19	1014284,241	2551	Lefranc	$1,35 \times 10^{-8}$	$1,03 \times 10^{-9}$	Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-75	997434,379	1014454,002	2551	Lefranc	$3,57 \times 10^{-8}$	$2,09 \times 10^{-10}$	Qta-arc2 Qta-arc3
	L2MB-TUN-PT-77	997183,791	1014782,016	2565	Lefranc	$1,76 \times 10^{-8}$	$4,33 \times 10^{-10}$	Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-79	1015070,904	997058,025	2555	Lefranc	$1,78 \times 10^{-8}$	$4,46 \times 10^{-11}$	Qta-arc2
	L2MB-EST9-PT-02	996986,949	1015478,131	2550	Lefranc	$1,77 \times 10^{-9}$	$1,09 \times 10^{-11}$	Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-81	1015567,603	996974,725	2556	Lefranc	$1,29 \times 10^{-6}$	$4,50 \times 10^{-10}$	Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-83	1015990,608	996899,365	2555	Lefranc	$4,53 \times 10^{-6}$	$2,25 \times 10^{-8}$	Qta-arc2
	L2MB-TUN-PT-87	1017299,914	996598,432	2554	Lefranc	0,00Ex00	$1,30 \times 10^{-8}$	Qta-arc2

ZONA HOMOGÉNEA	PERFORACIÓN	COORDENADAS DE EJECUCIÓN			TIPO DE ENSAYO	RESULTADOS PERMEABILIDAD (m/s) TIPO DE SUELO(1)		
		NORTE	ESTE	El. msnm		Máximo	Mínimo	TIPO DE SUELO
ZH 4 K14+500 - K15+530	L2MB-PT-PT-01	995531,725	1017968,794	2546	Lefranc	1,33x10 ⁻⁷	3,63x10 ⁻⁹	Qlla-are Qta-arc4
	L2MB-PT-PT-02	995528,209	1017869,773	2545	Lefranc	3,39x10 ⁻⁸	9,06x10 ⁻¹⁰	Qlla-are Qta-arc4
	L2MB-ELE-PT-01	996141,741	1017479,632	2546	Lefranc	1,40x10 ⁻⁹	0,00E+00	Qta-arc4

1) Nota: Los resultados de los ensayos de permeabilidad son tomados de ensayos Lefranc y constatados con ensayos de piezoconos.

Fuente: UT MOVIUS 2022

De acuerdo con los resultados anteriores de ensayos hidráulicos, se evidencia que para las zonas Homogéneas 1, 2, los sectores donde existe predominio de materiales granulares, asociados principalmente con el Complejo de Conos (Qcc), los valores máximos de permeabilidad obtenidos en las pruebas realizadas oscilan en 1x10⁻⁷ m/s y 1x10⁻⁹ m/s lo que permite relacionarlas dentro de una unidad hidrogeológica de muy baja permeabilidad

Las pruebas realizadas en las zonas homogéneas 2, 3 y 4, particularmente en los niveles finos que corresponde en general con las arcillas, lentes de arenas finas y materia orgánica de la formación Sabana (Qta), se obtuvieron valores máximos de permeabilidad entre 1x10⁻⁶ m/s y 1x10⁻⁹ m/s relacionadas dentro de una unidad hidrogeológica de muy baja permeabilidad.

Complementariamente a las pruebas Lefranc realizadas en las perforaciones se obtuvieron valores de permeabilidad mediante la ejecución de piezoconos (CPT y SCPT) a lo largo del trazado de la L2MB. Las profundidades donde se registran los valores de permeabilidad son variables y permiten obtener una calificación para cada estrato encontrado, En general el tipo de suelo donde se realizaron las pruebas corresponden a niveles de arcillas en algunos sectores con un bajo contenido de limo y materia orgánica los cuales corresponden a Depósitos lacustres de la Formación Sabana o Terraza Alta (Qta).

Los resultados a nivel de la modelación de las isopiezas del acuífero superficial (depósitos fluvio lacustres) y profundo a nivel del Distrito Capital con la información de la SDA, define que las entradas están dadas por la recarga natural debido a la precipitación y por las pérdidas del sistema de acueducto y alcantarillado. Similarmente, una entrada importante al sistema se da por el piedemonte donde se tienen flujos locales y su evidencia se ve reflejada en los pozos artesianos presentes en la zona. Los flujos intermedios se desarrollan en la formación Sabana y los flujos regionales abarcan la formación Sabana, Subachoque y Tilatá. La Formación Sabana, que constituye la unidad representativa en el AID del proyecto, presenta una baja permeabilidad incide en que el flujo sea redireccionado hacia la formación Subachoque.

El sistema hidrogeológico del distrito de Bogotá, es complejo debido a su configuración geológica, la presencia de fallas y su régimen hidrológico. La genética de la cobertura cuaternaria fluvio lacustre, generaron una anisotropía muy marcada en el sentido vertical y esto se ve reflejado en la presencia de los diferentes estratos, validado con las exploraciones ejecutadas a lo largo del trazado del la línea 2 del metro de Bogotá. Los cuales presentan variaciones en permeabilidades de varios órdenes de magnitud.

Las entradas al sistema vienen condicionadas por el régimen de precipitación y por el tipo de formación geológica presente. Las litologías que más permiten la recarga son los afloramientos de las formaciones Labor – Tierna y la formación Arenisca dura, esto, debido a su nivel de fracturamiento. La formación Sabana, permite una recarga en su

afloramiento y permiten un mayor tránsito del agua sin dejar de tener presente que lo hace con unas velocidades de Darcy bajas.

A una escala local se puede decir que por su litología (predominio de arcillas), la Formación Sabana presenta bajas tasas de recarga; sin embargo, a nivel regional (mirando toda la sabana), si se multiplica estas tasas por la extensión total de la sabana, resulta que esta recarga se convertiría en uno de los componentes principales de la recarga asociados al sistema regional de la sabana pero que no hace parte del sistema que está asociado al trazado del proyecto.

Respecto a los niveles freáticos en el área de influencia del proyecto, se instalaron piezómetros bajo las características de la normativa ASTM D 5092, en la cual expone el diseño e instalación de pozos para el monitoreo del agua en acuíferos, de los cuales se determinó el siguiente diseño para los piezómetros de tubo abierto. Se instalaron un total de 51 piezómetros de tubo abierto. Adicionalmente, se instalaron piezómetros bajo las características de la normativa ASTM D 5092, en la cual expone el diseño e instalación de pozos para el monitoreo del agua en acuíferos, de los cuales se determinó el siguiente diseño tipo para los piezómetros de hilo vibrátil. Se instalaron un total de 6 piezómetros de hilo vibrátil.

Los niveles más profundos se registran en la zona homogénea 1, esta variación corresponde con la presencia de materiales granulares los cuales fueron registrados en la perforación L2MB-TUN-PT-01 cercana a los cerros orientales. Para las zonas homogéneas 2, 3 y 4 los niveles freáticos alcanzan profundidad máxima de 4,64 m manteniendo una continuidad que se relaciona con la presencia de niveles arcillosos identificados a lo largo de las perforaciones realizadas con mayor presencia en los niveles arcillosos de la Formación Sabana (Qta), .

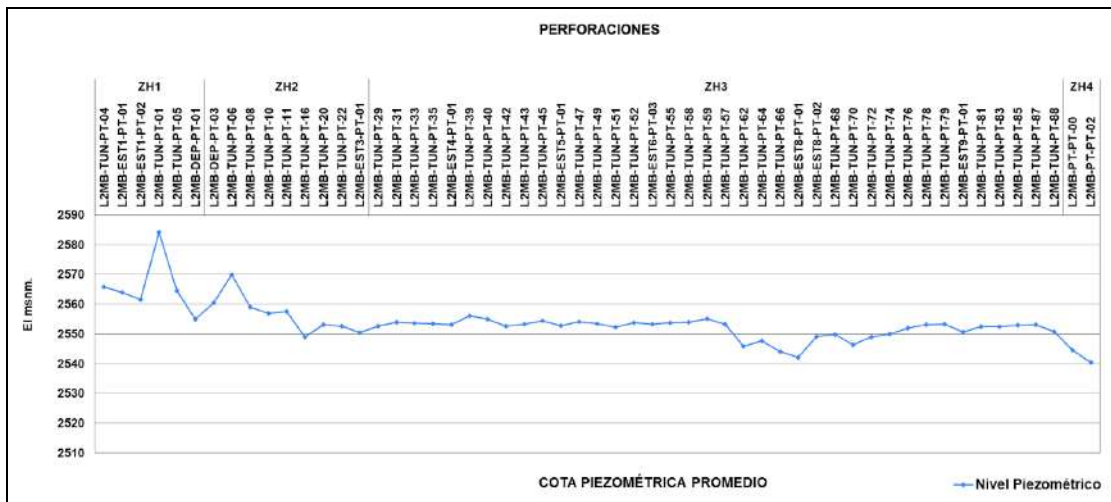


Figura 32. Zonas Homogéneas. Variación de nivel freático en profundidad
Fuente: UT MOVIUS 2022

Las condiciones de flujo en el área del proyecto, se encuentran relacionadas con las litologías presentes y establecidas a nivel del modelo geológico de superficie y del subsuelo, que de manera específica para el área de influencia del proyecto de la L2MB, las unidades geológicas asociadas son: Depósitos de Llanura de Inundación (Qlla), Complejo de Conos (Qcc) y los Depósitos Fluviolacustres de Terraza Alta, asociados con la Formación Sabana (Qta) como la unidad predominante a lo largo del trazado. En este sentido, se evidencia que existen unas coberturas cuaternarias principalmente asociadas con sedimentos finos, con zonas locales permeables arenosas hacia el final del trazado que se concentran en la zona del patio taller. En este sentido, se evidencia que las coberturas cuaternarias predominantes

corresponden a sedimentos finogranulares, con zonas locales permeables arenosas con geometrías lenticulares cuya ocurrencia a nivel del subsuelo es puntual y discontinua.

Producto del análisis de la información piezométrica (que corresponde a 54 puntos de observación distribuidos a lo largo línea subterránea) se puede establecer que los flujos subterráneos están típicamente orientados en dirección paralela a la superficie del terreno, con un gradiente de flujo que va desde los cerros Orientales (zona principal de recarga por infiltración) y cerros de Suba hacia los puntos de drenaje natural, que corresponde con las fuentes de agua superficial (canal Salitre, humedal Juan Amarillo, Lago del club Los Lagartos y río Bogotá). La posición del nivel freático a lo largo del área de estudio se caracteriza por ser somera a una profundidad promedio de 1,7 m, esto para el caso de la formación Sabana (unidad sobre la cual se desarrolla la mayoría de la L2MB, 15,0 km aproximadamente); en la zona de la avenida Calle 72 en cercanía de los cerros Orientales (sobre la formación complejo de conos - Qcc) el nivel freático toma mayor profundidad, alcanzado los 12,7 m en la perforación L2MB-TUN-PT-04 (ubicada al inicio del trazado).

Los análisis de variación en el nivel freático en cuanto a movilidad del mismo entre época de estiaje y de lluvias permitieron caracterizar un nivel freático con poca fluctuación, con una variación máxima promedio de 1,0 m entre épocas hidrológicas, indicativo de la baja sensibilidad del sistema a procesos de recarga, particularmente por infiltración.

0.6.2.8.2. Modelo Hidrogeológico Numérico - MHN

Los resultados de la modelación numérica desarrollada sobre la base del MHC constituido para el área de estudio, permiten establecer de manera cuantitativa los cambios en la dinámica de intercambio del sistema entre la condición actual y condición de operación (que considera el túnel las estaciones y pozos), así como los potenciales abatimientos en la superficie freática tras el desarrollo de las obras; resultados que se resumen a continuación.

- **Modificación en la dinámica de intercambio:** Las valoraciones desarrolladas a lo largo de la línea subterránea incluyendo estaciones y pozos, permitieron establecer que ni durante construcción ni una vez entren en operación las obras se producirá afectación alguna en referencia a la condición actual del sistema; las tasas de intercambio entre las unidades geológicas y las fuentes de agua superficial no presentan fluctuación una vez entra en operación la infraestructura.
- **Modificación en la superficie freática:** En conjunto con los resultados de la dinámica de intercambio del sistema los resultados de la modelación no reflejan fluctuación en la superficie freática ni durante construcción ni una vez entra en operación el proyecto, salvo en lo que respecta los cambios asociados a la construcción de estaciones subterráneas y pozos, los cuales implican remoción de suelo. En este último caso el impacto se circunscribe al perímetro de las obras mencionadas y está asociado al reemplazo de los suelos existentes por las estaciones y los pozos.

La no ocurrencia de variaciones en la dinámica hidrogeológica ni en los niveles freáticos (más allá de las estaciones subterráneas y pozos) está asociada en primera instancia a las características del sistema constructivo planteado y en segunda instancia a las características del terreno. Las características del sistema constructivo están orientadas a evitar flujos de infiltración a través de los frentes de excavación durante construcción y a través del perímetro de las obras durante operación e incluye elementos en concreto, con características básicamente impermeables, y sellos impermeables entre dovelas (en el caso del túnel), pantallas o elementos en general de la estructura en el caso de estaciones subterráneas y pozos. En cuanto a las características del terreno, en la mayor parte del recorrido (en toda la zona correspondiente a la formación Sabana) se cuenta con arcillas de muy baja permeabilidad, las cuales funcionan como una barrera de baja permeabilidad que evita que se produzcan flujos de infiltración hacia túnel, estaciones

subterráneas y pozos; en la zona correspondiente a la avenida Calle 72 en cercanías de los cerros Orientales se tiene heterogeneidad en los suelos y algunos de los materiales existentes tienen permeabilidad media, con lo cual sí podrían llegar a generarse flujos de agua subterránea hacia los frentes de excavación / hacia las obras, sin embargo, en dicha zona las características particulares del sistema constructivo impiden dichos flujos.

0.6.2.9. Geotecnia

Para la caracterización geotécnica del suelo del proyecto, se toma la información de la campaña de exploración geotécnica realizada por Ingetec, la cual tiene 106 perforaciones mecánicas, 7 apiques y 28 líneas sísmicas. Para las muestras extraídas de estas perforaciones se ejecutaron ensayos de penetración estándar SPT y se extrajeron muestras de suelo para la ejecución de ensayos de laboratorio.

La caracterización geotécnica permite definir modelos estratigráficos y establecer parámetros de diseño para ser empleados en los análisis geotécnicos. Los insumos para establecer dicha caracterización corresponden a la zonificación por zonas homogéneas, los resultados de las investigaciones geotécnicas, información de referencia de que exista en la zona de interés, ensayos de campo y laboratorio, correlaciones establecidas en la literatura técnica y parámetros geotécnicos típicos recomendados en la bibliografía de referencia para los tipos de material que se encuentran en la zona del proyecto.

A partir de las unidades geológicas, la localización de las perforaciones, los resultados de ensayos de campo y laboratorio, se realizó la zonificación y caracterización geotécnica del área de estudio. Las correlaciones y los parámetros típicos serán empleados en aquellos casos en los cuales no se puedan obtener muestras de suelo inalteradas.

Para los suelos que se identifiquen dentro del corredor y de acuerdo con su comportamiento dominante (cohesivo o granular) se definirán los siguientes parámetros:

- Número de golpes del ensayo de SPT
- Ángulo de fricción (ϕ'),
- Cohesión (c'),
- Resistencia al corte no drenada (S_u),
- Módulo de deformación Elástica (E_s),
- Parámetros de compresibilidad (C_c , C_r , e_o),

Se definieron cuatro zonas homogéneas a lo largo del trazado de la Línea 2 del 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.

La Zona Homogénea 1, va desde la abscisa K0+000 hasta la abscisa K0+700 y coincide con el depósito de pendiente (Qcc) y se caracteriza por ser la zona del proyecto donde se presenta la mayor variación de los tipos de suelo por su heterogeneidad. En la Tabla 11, se presentan los tipos de suelos que se identificaron en la Zona 1 y la cantidad de muestras obtenidas y asignadas por cada depósito, así como la longitud relacionada a cada tipo de suelo. La Figura 33 presenta gráficamente la distribución porcentual de la cantidad de muestras asignadas a cada uno de los depósitos y roca asignada para esta zona.

Tabla 11. Tipos de Suelo en la Zona 1

Zona 1	Cant	Long.	Cant	Long.
Tpb	6	15,6	0,3%	0,6%
Qcc-col	81	106,5	3,7%	4,3%
Qcc-alu	63	147,1	2,9%	5,9%
Qcc-are+gra	234	285,2	10,8%	11,4%
Qta-are+lim	151	130,6	7,0%	5,2%
Qcc-arc+are	3	5,8	0,1%	0,2%
Qta-arc1	1353	1542,3	62,4%	61,6%
Qcc-are+mat	11	14,4	0,5%	0,6%
Qta-mat	174	144,1	8,0%	5,8%
Qant	92	111,4	4,3%	4,4%

Fuente: UT MOVIUS 2022

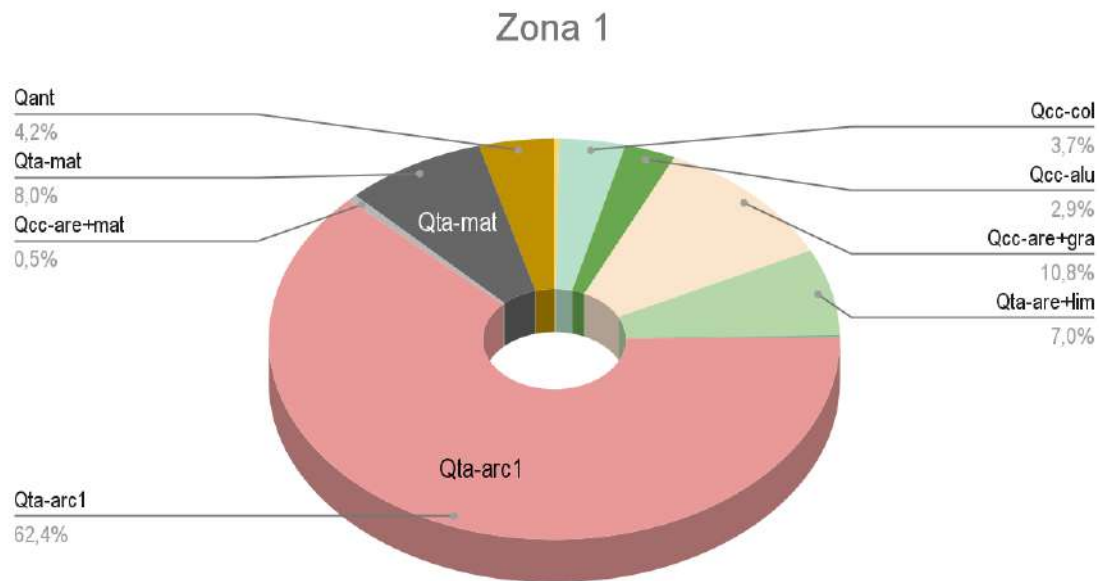


Figura 33. Distribución porcentual de los tipos de suelo para la Zona Homogénea 1
Fuente: UT MOVIUS 2022.

La zona homogénea 2 va desde la abscisa K0+700 hasta la abscisa K4+400 y su inicio coincide con la finalización del depósito de pendiente (Qcc) y donde inicia el depósito correspondiente a la terraza alta (Qta). La Tabla 12, presenta los tipos de suelos que se identificaron en la Zona 2 y la cantidad de muestras obtenidas y asignadas por cada depósito, así como la longitud relacionada a cada tipo de depósito. La presenta gráficamente la distribución porcentual de la cantidad de muestras asignadas a cada uno de los depósitos asignados a esta zona, donde no se cuenta con recobro de roca para esta zona, justificado por su profundidad.

En esta zona se aprecia que el mayor muestreo se obtiene de un suelo arcilloso (Qta-arc1) y en menor medida del relleno antrópico (Qant) que existe en superficie.

Tabla 12. Tipos de Suelo en la Zona Homogénea 2

Zona 2	Cant	Long.	Cant	Long.
Qta-arc1	1353	1542,3	89,0%	87,8%
Qta-arc+are	8	15,1	0,5%	0,9%
Qta-mat	74	83,8	4,9%	4,8%
Qant	85	116,0	5,6%	6,5%

Fuente: UT MOVIUS 2022

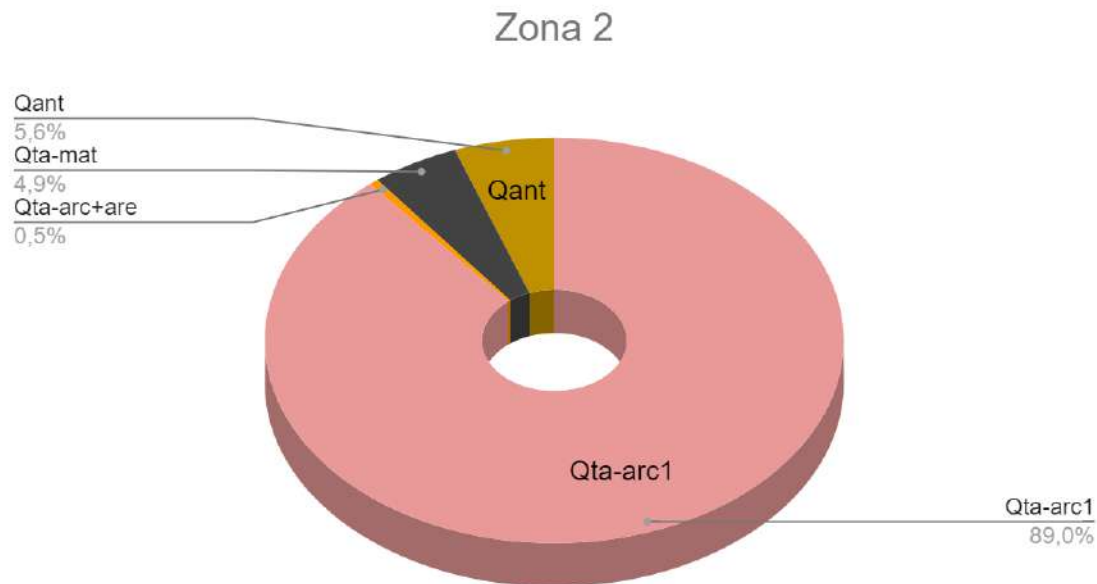


Figura 34. Distribución porcentual de los tipos de suelo para la Zona Homogénea 2
Fuente: UT MOVIUS 2022

La zona homogénea 3 va desde la abscisa K4+400 hasta la abscisa K14+600, y se diferencia de la zona 2 al identificar dos estratos de suelo arcilloso (Qta-arc2 y Qta-arc3) con variaciones en su humedad natural, lo que se presume y más adelante se presenta como un comportamiento diferente del suelo. Esta zona presenta en su gran mayoría suelos cohesivos tales como depósitos de Terraza Arcilloso/Limoso de Alta Humedad (Qta-arc2), Terraza Arcilloso/Limoso de Baja Humedad (Qta-arc3), depósitos de Terraza Arcilloso con Materia Orgánica o Turba (Qta-mat).

presenta los tipos de suelos que se identificaron en la Zona 3 y la cantidad de muestras obtenidas y asignadas por cada depósito, así como la longitud relacionada a cada tipo de depósito.

presenta gráficamente la distribución porcentual de la cantidad de muestras asignadas a cada uno de los depósitos asignados a esta zona, donde no se cuenta con recobro de roca para esta zona, justificado por su profundidad.

Tabla 13. Tipos de Suelo en la Zona Homogénea 3

Zona 3	Cant	Long.	Cant	Long.
Qta-arc2	4013	4231,4	75,4%	69,9%
Qta-arc3	939	1309,9	17,6%	21,7%
Qta-mat	137	155,4	2,6%	2,6%
Qant	236	352,7	4,4%	5,8%

Fuente: UT MOVIUS 2022

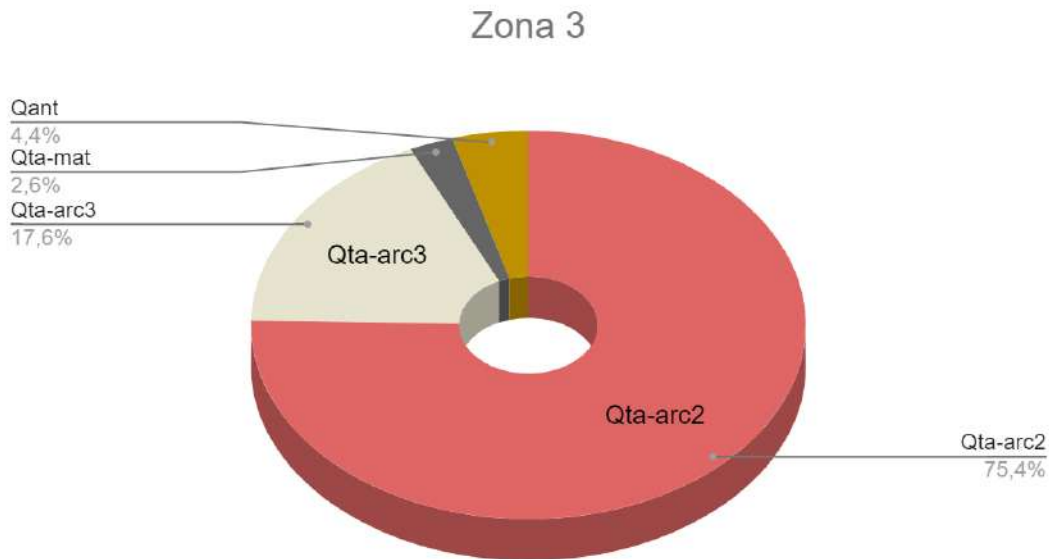


Figura 35. Distribución porcentual de los tipos de suelo para la Zona Homogénea 3
Fuente: UT MOVIUS 2022

La zona homogénea 4 va desde la abscisa K14+600 hasta la abscisa K15+000 y coincide con el contacto inferido entre el depósito de la terraza alta (Qta) y el depósito de la llanura de inundación del río Bogotá (Qlla), que fue definido con la identificación de un suelo arenoso. Esta zona también presenta suelos granulares tales como depósitos de Llanura Aluvial Arenoso (Qlla-are).

La Tabla 14, presenta los tipos de suelos que se identificaron en la Zona 4 y la cantidad de muestras obtenidas y asignadas por cada depósito, así como la longitud relacionada a cada tipo de depósito. La Figura 36, presenta gráficamente la distribución porcentual de la cantidad de muestras asignadas a cada uno de los depósitos asignados a esta zona, donde no se cuenta con recobro de roca para esta zona, justificado por su profundidad.

Tabla 14. Tipos de Suelo en la Zona Homogénea 4

Zona 4	Cant	Long.	Cant	Long.
Qta-arc4	513	616,4	74,2%	76,1%
Qta-arc+are	1	0,5	0,1%	0,1%
Qlla-are	117	138,5	16,9%	17,1%
Qta-are	46	37,8	6,7%	4,7%

Zona 4	Cant	Long.	Cant	Long.
Qta-mat	11	11,5	1,6%	1,4%
Qant	3	4,9	0,5%	0,6%

Fuente: UT MOVIUS 2022

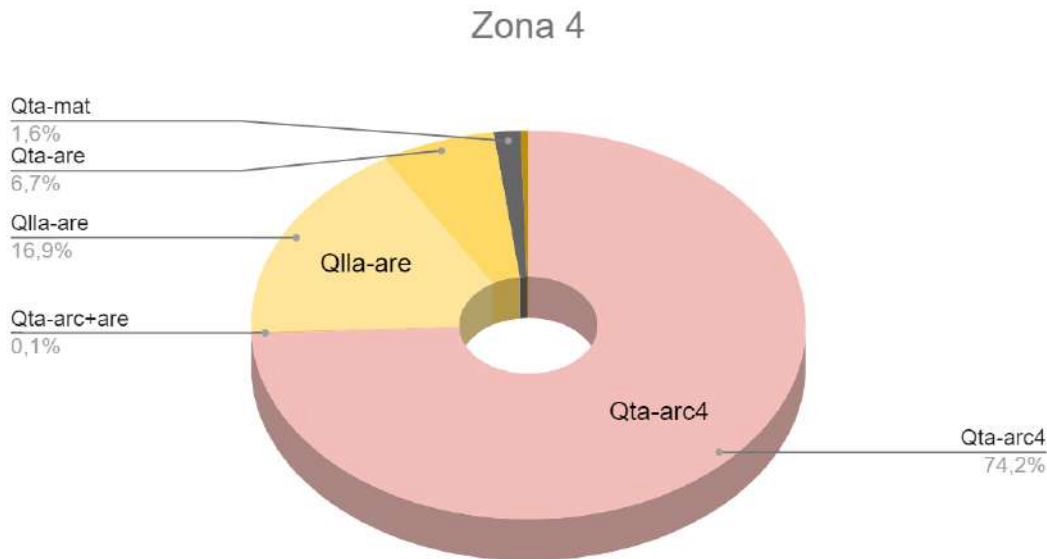


Figura 36. Distribución porcentual de los tipos de suelo para la Zona Homogénea 4

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.6.2.10. 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

El área de estudio se encuentra instrumentada con estaciones climatológicas operadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), la Empresa

de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), el Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático (IDIGER) y la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, las cuales permiten conocer el comportamiento altitudinal y temporal de variables climáticas como: temperatura, brillo solar, radiación solar, humedad relativa, evaporación, velocidad y dirección del viento, nubosidad y la distribución espacial y temporal de la precipitación total. En la Figura 37 se presentan las estaciones identificadas en la zona del proyecto, diferenciadas por colores según las entidades operadoras.

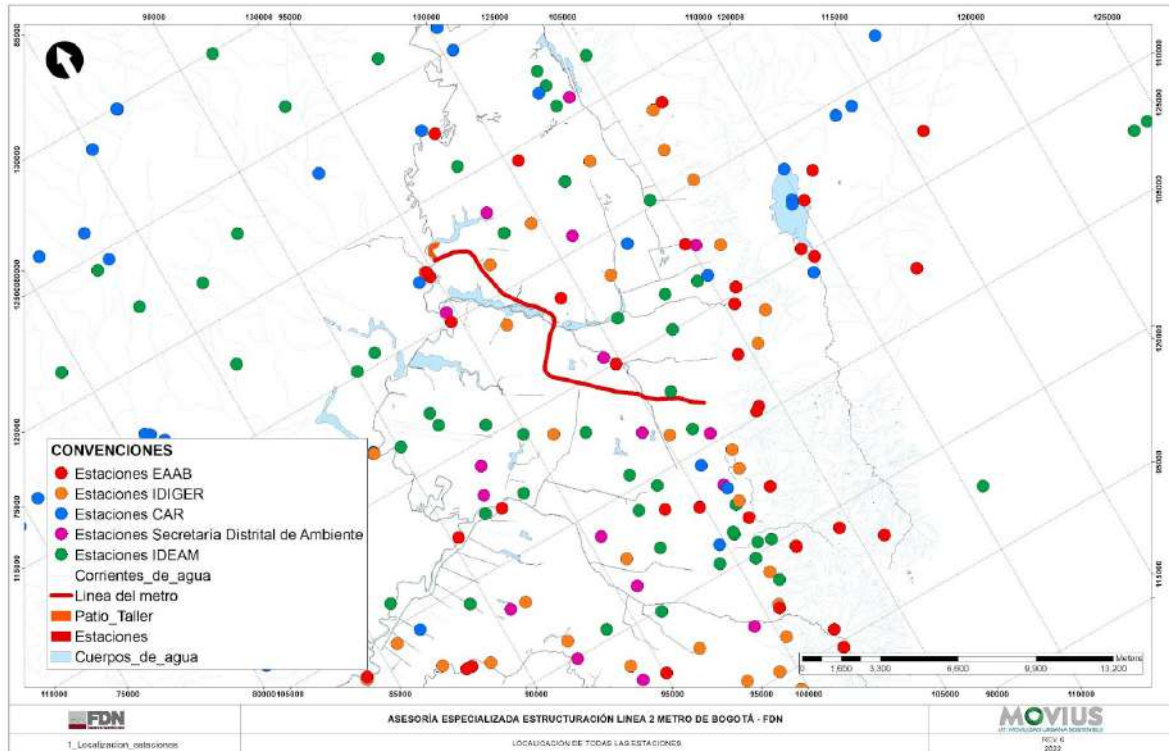


Figura 37. Localización espacial de las estaciones de todas las entidades disponibles en la zona.

Fuente: UT MOVIUS 2022.

Teniendo identificada la información disponible para cada estación, se definió un periodo común para cada parámetro climático (ver Tabla 15), en función de la disponibilidad de datos de cada estación. Con los periodos comunes establecidos se realizó la selección de las estaciones y la definición de la distribución temporal de cada uno de los parámetros registrados.

Tabla 15. 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
Precipitación número de días	1980 - 2019

Parámetro	Periodo común
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

Una vez recopilados los registros de las estaciones seleccionadas y definidos los periodos de análisis, se realizó la caracterización temporal de la presión atmosférica, humedad relativa, radiación solar, nubosidad y dirección y velocidad del viento. En la Tabla 10 se presentan los periodos de registro para cada una de las estaciones seleccionadas.

Tabla 16. Periodos de registros de los parámetros recopilados.

Estación	Brillo Solar	Humedad Relativa	Nubosidad	Velocidad del viento	Radiación solar	Dirección del viento
APTO EL DORADO		1981-2021	1995-2016	2014-2021		2014-2021
IDEAM BOGOTÁ		2008-2021				
INEM KENNEDY			1998-2019			
UNIVERSIDAD NACIONAL		2010-2021		2010-2021		2010-2021
LA RAMADA		1938-1941, 1945-1987, 1991-2019			1986-1988, 1989-2001, 2003-2005, 2007-2013	
PLANTA WIESNER	1987-1989, 1991-2021	1987-2000, 2003-2021				
CARVAJAL - SEVILLANA				2010-2021		2010-2021
CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO		2010-2021		2010-2021	2010-2021	2010-2021
GUAYMARAL		2010-2021		2010-2021	2010-2021	2010-2021
KENNEDY		2010-2021		2010-2021	2010-2021	2010-2021
LAS FERIAS		2010-2021		2010-2021		2010-2021
MINISTERIO DE AMBIENTE				2010-2011, 2012-2021		2010-2011, 2012-2021
MÓVIL SÉPTIMA		2010-2021		2010-2021	2010-2021	2010-2021
PUENTE ARANDA				2010-2021		2010-2021
SAN CRISTÓBAL		2012-2021		2012-2021	2012-2021	2012-2021
SUBA				2010-2021		2010-2021

Estación	Brillo Solar	Humedad Relativa	Nubosidad	Velocidad del viento	Radiación solar	Dirección del viento
TUNAL		2010-2021		2010-2021	2010-2021	2010-2021
USAQUÉN				2010-2021		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

0.6.2.11. Calidad del aire

En lo referente al componente atmosférico, para el estudio de la calidad del aire, se realizó un trabajo acucioso en campo con el fin de identificar las distintas fuentes de emisiones atmosféricas dentro del área de estudio, y así poder caracterizar el área de influencia previa a la intervención del proyecto. Paralelamente, se realizó un monitoreo ambiental en 24 estaciones de monitoreo en superficie, obteniendo información en 24 días continuos por cada receptor para los contaminantes criterio definidos por la normativa colombiana y algunos gases tóxicos (hidrocarburos y compuestos orgánicos volátiles). Los resultados de la campaña de monitoreo se contrastaron con datos de la Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá (RMCAB) para refinar el análisis de lo levantado en terreno. Finalmente, por medio de herramientas computacionales, se determinó el área de influencia directa e indirecta para todos los escenarios del proyecto.

0.6.2.11.1. Monitoreo de calidad del aire

Los monitoreos de calidad del aire se llevaron a cabo en 24 puntos, ejecutados en tres campañas entre el 04 de mayo y el 06 de julio de 2022. De acuerdo con los lineamientos del protocolo para el monitoreo y seguimiento de calidad del aire, se identificó para este proyecto el uso de un Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de Tipo Industrial, el cual tiene en cuenta las directrices de ubicación, procesamiento y validez de los datos de acuerdo con el protocolo de monitoreo y seguimiento de calidad del aire.

- En general, se pudo observar que las concentraciones de material particulado PM_{10} fue variable en todas las estaciones de monitoreo, evidenciando que solo el 37,5% de las estaciones presentaron concentraciones diarias en su totalidad inferiores al límite máximo permisible, en algunos casos, se presentaron concentraciones por encima del límite máximo permisible, esto atribuido a las diferentes fuentes móviles que transitan por las vías circundantes a las estaciones de monitoreo.
- En cuanto a las concentraciones de $PM_{2.5}$ evaluadas durante el periodo de monitoreo, se reportaron concentraciones diarias que se encuentran en su totalidad por debajo del límite máximo permisible establecido por la norma, para las veinticuatro (24) estaciones de monitoreo.
- Con respecto al contaminante SO_2 , la totalidad de las concentraciones medidas para las veinticuatro (24) estaciones, reportaron un comportamiento por debajo del límite de cuantificación utilizando el método de

Pararosanilina. Igualmente, estas concentraciones se mantuvieron por debajo del límite máximo permisible establecido en la Resolución 2254 de 2017 para tiempos de exposición de 24 horas.

- Las concentraciones medidas para el contaminante NO₂ durante el periodo de monitoreo no superan el valor máximo permisible establecido por la normatividad ambiental vigente, lo cual permitió determinar que en las veinticuatro (24) estaciones de monitoreo se presenta cumplimiento normativo.
- Para el caso del Monóxido de Carbono (CO), la mayoría de las mediciones se encontraron por debajo del límite máximo normativo, no obstante, se presentaron algunos valores en las estaciones CA 13. Casa Paulina Garcia y CA 17. Casa Hilvar que presentaron concentraciones por encima del límite máximo normativo, atribuido principalmente al tráfico vehicular que pasa por las vías circundantes a las estaciones.
- Para el parámetro Ozono (O₃), la mayoría de las mediciones se encontraron por debajo del límite máximo normativo, no obstante, las estaciones CA 11. Sala de negocios, CA 13. Casa Paulina Garcia, CA 22. Conjunto Alicante y CA 23. Quintas de Santa Rita III presentaron algunos valores que se encuentran por encima del límite máximo normativo.
- Tanto los reportes obtenidos para los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC's) como para los Hidrocarburos Totales (HCT) presentaron valores inferiores al límite de cuantificación establecido por el método de laboratorio para su análisis. Cabe resaltar que, para los contaminantes contemplados en la Resolución 2254 de 2017, no se realiza una comparación dado que el tiempo de exposición durante el monitoreo de calidad del aire fue diferente. Para los compuestos restantes, no se emite juicio normativo.
- Por otro lado, los ICA e IBOCA promedios calculados para las estaciones de monitoreo, mostraron un comportamiento referente entre 0-50, indicando un ICA "bueno" y un IBOCA "favorable", lo cual no implica riesgos para la salud de las comunidades aledañas. No obstante, en algunas estaciones en días específicos se presentó un comportamiento "aceptable y moderado" y "dañino para la salud y malo", a causa, principalmente, de PM_{2.5}.
- En la zona de estudio se evidenció una predominancia del viento en las direcciones Sur (S), Noroeste (NW) y Suroeste (SW) en las tres estaciones de monitoreo y se reportaron mayoritariamente calmas. En ese sentido, la velocidad del viento no indica una influencia considerable en el transporte de contaminantes, dado a la baja concentración reportada de todos los parámetros medidos, por lo cual no se considera un factor de riesgo.

0.6.2.11.2. Modelo de dispersión

En cuanto a las simulaciones computacionales, a continuación se presentan los principales resultados de los escenarios evaluados:

- Todas las simulaciones se realizaron teniendo en cuenta los supuestos de que las únicas fuentes aportantes en el dominio de modelación corresponden a las fuentes vinculadas directa o indirectamente al proyecto: línea base contempla tránsito de la flota vehicular y construcción contempla la proyección del tránsito más la construcción del proyecto. Es decir que, cualquier otra fuente adyacente al proyecto, transporte de contaminantes a gran escala o eventos específicos de contaminación del aire (incendios, quemas, entre otros), no hacen parte del análisis integral presentado en este estudio.
- Con respecto a los gases orgánicos: en ambos escenarios de modelación, los valores de concentración simulados sobre los receptores discretos, mediante el software del modelo de dispersión AERMOD View, muestran el cumplimiento de la norma de calidad del aire establecida únicamente para monóxido de carbono (CO), en los diferentes periodos de exposición aplicables. Las concentraciones simuladas para los compuestos orgánicos volátiles (VOC) no son comparables con la normativa nacional, pues los VOC agrupan sustancias de cadenas alifáticas y aromáticas, dentro de las que se encuentran las especies químicas Benceno y Tolueno,

cuyo estándar normativo es distinto al de los periodos de simulación y por ende su comparación no sería proporcional.

- Con respecto a los gases inorgánicos: la información de los monitoreos ejecutados de calidad del aire, permite considerar concentraciones anuales de fondo (indicativo) para los contaminantes NO_2 y SO_2 . Así mismo, es evidente que todas las concentraciones medidas en campo, para el contaminante dióxido de azufre (SO_2), son inferiores al límite de detección de la técnica analítica, lo cual abre un amplio margen de incertidumbre para los niveles de inmisión reales, dentro de los que se encuentran los valores simulados por el software de modelación, es por eso que son sustancialmente grandes las desviaciones en los resultados obtenidos.
- Por el contrario, al analizar las concentraciones de dióxido de nitrógeno (NO_2), las cuales provienen de la estimación de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x), (incluyendo NO , NO_2 y otros en menor proporción), las concentraciones simuladas exceden considerablemente el estándar normativo en gran parte del área de estudio. Esto se debe principalmente a tres razones: primero que todo, las emisiones de NO_x , (las cuales contienen NO_2), normalmente sobreestiman la tasa de emisión del dióxido de nitrógeno. En segundo lugar, el software de modelación contempla únicamente la dispersión del contaminante seleccionado, asumiendo que este no se transforma químicamente en la atmósfera para dar lugar a otras sustancias. Finalmente, a pesar de que el software es capaz de limitar la concentración de este gas, (debido a la interacción que tiene con otros gases como el Ozono y los VOC), estos mecanismos siguen siendo insuficientes para reducir la incertidumbre en los cálculos del modelo.
- Con respecto a la concentración de partículas en el área de estudio (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$), en el escenario de construcción, se presentaron excedencias del estándar normativo anual y diario en los receptores más cercanos al trazado del metro, particularmente hacia el sector sur del proyecto, situación que es explicada por la inclusión de los frentes de obra, principalmente el del área de intervención, cuya geometría se amplía hacia esta zona. No obstante, las emisiones consideradas para cada escenario de modelación, están fuertemente dominadas por el tráfico vehicular, y en una menor proporción a cada uno de los frentes de obra durante la construcción del proyecto.
- A partir del análisis de los resultados, y su comparación con los valores guía de calidad del aire ambiente (IFC), se observa que al reducir significativamente el límite máximo permisible, las áreas en las que habrían excedencias normativas aumentarían notablemente. Este efecto es evidente incluso solo evaluando los resultados del escenario de Línea Base (sin el proyecto), donde es evidente que hay zonas críticas como la Calle 72 con Avenida Ciudad de Cali que es fuertemente impactada por el alto tráfico vehicular, con una flota predominantemente de vehículos pesados. Los contaminantes en los que se vería mayor impacto serían los aerosoles (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$) y el dióxido de nitrógeno para un periodo de exposición anual.



0.6.2.12. Ruido

El monitoreo de ruido se llevó a cabo para 30 puntos ejecutados desde el 17 hasta el 26 de abril del año 2022. En conformidad a lo establecido dentro del marco de la Resolución 0627 del 2006 del MADS, el monitoreo se llevó a cabo para un día hábil y festivo para un periodo diurno y nocturno durante un total de 1 hora y 15 minutos en cada una de las estaciones con intervalos de 15 minutos hacia los cuatro puntos cardinales y un periodo con el micrófono en posición vertical.

Con respecto a lo determinado por la Resolución 627 de 2006 en la Tabla 1, los puntos de monitoreo se clasificaron con el fin de identificar los principales receptores sensibles como centros de interés, centros poblados que estuvieron posiblemente afectados por las actividades, así mismo su clasificación conforme al Artículo 17 de la Resolución 627 de Abril de 2006 del hoy MADS, se estableció según su ubicación y relación con el entorno, donde se determinó comparar los resultados con el Sector B, subsector de zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo

habitacional, hotelería y hospedajes, subsector de parques en zonas urbanas, diferentes a los parques mecánicos al aire libre y el Sector C, subsector zonas con usos permitidos de oficinas con un límite máximo de ruido de 65 dB(A) en periodo diurno y 50 dB(A) en periodo nocturno para los tres subsectores mencionados.

Por otro lado, se determinó la comparación para dos (2) puntos con el sector C, subsector zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales con un límite máximo de ruido de 80 dB(A) en periodo diurno y 70 dB(A) en periodo nocturno.

Una vez realizado el monitoreo de ruido ambiental y de acuerdo con los límites establecidos en la Resolución 627 de 2006, Sector B, zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes, subsector parques en zonas urbanas, diferentes a los parques mecánicos al aire libre y Sector C, subsector zonas con usos permitidos de oficinas, subsector de zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales, Ambienq Ingenieros S.A., concluye:

- De los resultados reportados para la jornada diurna, en día hábil y en día no hábil, dieciséis (16) de los treinta (30) puntos de monitoreo se encuentran por debajo del respectivo límite normativo para la jornada diurna en los subsectores correspondientes a cada uno de los puntos de monitoreo.
- Con respecto a los resultados obtenidos durante la jornada nocturna en día hábil, se evidencia que veinticinco (25) de treinta (30) puntos de monitoreo se encuentran por encima del límite normativo establecido para cada subsector objeto de comparación, con excepción de los puntos RA 20, RA 22, RA 28, RA 29 y RA 30.
- Con respecto a los resultados obtenidos durante la jornada nocturna en día no hábil, se evidencia que veinticinco (25) de treinta (30) puntos de monitoreo presentaron resultados por que se encuentran por encima de los respectivos límites normativos para cada subsector, con excepción de los puntos RA 7, RA 23, RA 28, RA 29 y RA 30.
- Las principales fuentes de ruido evidenciadas durante el monitoreo realizado corresponden a fuentes móviles, sonidos producidos por habitantes y transeúntes de la zona, música cerca de los puntos de monitoreo, sobrevuelos de avión, y sonidos de sirenas y alarmas.

Para los modelos de ruido se modeló en una primera instancia los escenarios de Línea base los cuales buscan predecir las condiciones actuales de propagación de ruido donde sus aportes se dan principalmente por el paso de vehículos tanto livianos como pesados por las vías aledañas al proyecto. De esta manera, se puede entender de una forma muy aproximada los cumplimientos o incumplimientos normativos asociados a las dinámicas de tránsito vehicular para los periodos diurnos y nocturnos y como los diferentes receptores perciben estos niveles de ruido a nivel de fachadas para las diferentes alturas de cada edificación. Asimismo, para establecer las condiciones que se presentan actualmente en la zona de estudio para el tránsito vehicular, en el modelo se proporcionaron las características de la vías del área de influencia como ancho de las vías, número de carriles, velocidades promedio en el periodo diurno y nocturno, cantidad de vehículos livianos y pesados en el periodo diurno y nocturno, tipo de suelo, elevación de los puentes y características generales, entre otros.

Por otra parte, las isófonas obtenidas en esta modelación muestra niveles de ruido que varían dentro de un rango de decibeles, donde los valores máximos se registran sobre la fuente de emisión (centro de las vías) y estos niveles de ruido se atenúan conforme las isófonas se alejan de la fuente de emisión hasta llegar a los valores de cumplimiento normativo. Es muy importante resaltar, que la propagación del sonido depende de factores ambientales, topográficos, estructurales, tipo de fuente de emisión, cantidad de fuentes y duración de la emisión las cuales pueden contribuir con la propagación como hay otros que la atenúan y la restringen.

El proyecto de la L2MB se encuentra ubicado en paralelo a vías representativas de la Ciudad de Bogotá las cuales conectan el Centro con el Occidente de la Ciudad. Es por esto que el tráfico vehicular que transita por estas vías reciben vehículos tanto pesados como livianos aportando así niveles de ruido considerables al ruido ambiental de la zona. De esta manera, los resultados que se presentan a continuación muestran una imagen de las incidencias de los aportes de ruido asociado a la dinámica vehicular de esta zona importante de la Ciudad de Bogotá. Por otra parte, es importante entender que debido a la extensión del proyecto las modelaciones se dividen en cuatro tramos con aras de tener de manera más precisa los resultados en las zonas de evaluación.

Por otra parte, se modeló el escenario de construcción el cual permite establecer por medio de la estructuración de un escenario proyectado donde se exponga los niveles de emisión más críticos, como los receptores sensibles percibirán estas emisiones asociadas a los diferentes procesos constructivos de La L2MB.

Es importante mencionar que la ubicación de los frentes de obra con su maquinaria asociada, se establecería por medio de una ingeniería de detalle donde se estipule por medio del constructor, la especificidad y minucia de cada actividad. De esta manera, el siguiente numeral pretende establecer dentro de un área de trabajo la distribución de la totalidad de las fuentes de emisión proyectadas para dos procesos constructivos que son temporalmente diferentes. El primer momento constructivo contempla las actividades asociadas a la construcción de las estaciones, pozos, ampliaciones de vías, patio taller, obras de trinchera y obras de campamento. Por otra parte, en el segundo momento se contemplan únicamente las actividades asociadas a las mejoras urbanísticas asociadas al proyecto.

De esta manera, se busca evaluar los escenarios críticos que permitan modelar una situación en la cual se inscriba toda la maquinaria a lo largo del proyecto y de esta forma, generar los patrones de propagación de ruido en todos los frentes de obra del proyecto. Finalmente, por medio de este criterio de modelación, poder determinar la percepción del ruido en los receptores involucrados del proyecto.

Finalmente, se modeló el escenario de operación donde se generaron, al igual que en los escenarios anteriores, los mapas de ruido producidos por las interacciones del paso del tren, respecto a las características de su entorno. Estos muestran la propagación de ruido sobre las zonas colindantes a la fuente de emisión. Estas modelaciones dan a conocer los contornos de las isófonas que representan el comportamiento espectral asociado a la operación proyectada del tren para un escenario con Línea base y sin Línea base. Al presentar ambos escenarios se puede determinar los aportes del tren a las condiciones proyectadas de un escenario de Línea base. Cabe mencionar que las condiciones de tránsito vehicular se proyectan para el año de puesta en marcha la operación del metro.

Los resultados de cada una de la modelaciones nos permiten hacer comparaciones respecto a la norma establecida por la Resolución 0627 del 2006 del MAVDT (hoy Ministerio de Ambiente), y de esta manera poder analizar si hay o no cumplimiento de los límites máximos permisibles de ruido ambiental según el uso del suelo correspondiente. Asimismo, los resultados se comparan con respecto a los límites máximos permisibles establecidos en las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad (GUÍAS GENERALES: MEDIO AMBIENTE RUIDO) -GRUPO DEL BANCO MUNDIAL Tabla 1.7.1-Guías de niveles de ruido.



Para establecer las características proyectadas del de las vías por donde transitará el metro en la zona del Patio taller se contempló el modelo de elevación del trazado para representar de forma adecuada el proyecto y de esta manera, determinar cómo las emisiones de ruido del paso del metro afecta las edificaciones de manera radial a la altura diseñada del Patio Taller.

Finalmente, con base a los límites máximos permisibles establecidos en las Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad (GUÍAS GENERALES: MEDIO AMBIENTE RUIDO) -GRUPO DEL BANCO MUNDIAL Tabla 1.7.1-Guías de niveles de ruido, se mantienen los mismo incumplimiento normativos asociados al escenario de Línea base los cuales

generan los mayores aportes de ruido en comparación al escenario de construcción sin Línea base. Ahora bien analizando los resultados obtenidos para el escenario de Construcción sin Línea base se puede observar que únicamente un receptor presentó excedencia normativa (Receptor Odontología Integral R&C Dental Care). Cabe resaltar que el escenario de construcción sin Línea base nos permite entender los aportes individuales de este escenario. De esta manera, se puede entender que el proyecto como aportes individuales no está generando excedencia normativas con excepción de un solo receptor. Pero es importante entender que el proyecto debe ser entendido como un conjunto de aportes los cuales a ser modelados en el escenario de construcción con línea base no modifican la tendencia de incumplimiento manteniendo así los mismos incumplimientos reportados en el escenario de Línea base (escenario actual). En el escenario de operación sin el ruido de fondo (escenario de Línea base) no presenta excedencia normativa para ninguno de sus receptores. Asimismo, el escenario de operación con línea base no presenta cambios en las tendencias de incumplimiento. Es decir que una vez entre en marcha la operación del tren no se generan cambios en los niveles de ruido respecto al escenario actual (Línea base)

0.6.2.13. Vibraciones

El estudio de vibraciones y ruido estructural se concentra en evaluar la condición sin proyecto o línea base y la predicción con el proyecto. Lo anterior, siguiendo la ET-05 (FDN-2021).

La caracterización de los niveles de vibración para la condición de la Línea Base requirió desarrollar un plan de monitoreo de vibraciones y un posterior análisis de resultados que permitan definir los niveles de vibración en la zona de influencia del proyecto para la condición actual, la cual servirá de punto de partida para analizar los impactos para la condición con proyecto (etapas de construcción y operación). A continuación se presentan las premisas con las cuales fue desarrollado el plan de monitoreo de vibraciones y los resultados en términos de caracterización de niveles de vibración para la condición de Línea Base (condición sin proyecto).

0.6.2.13.0.1. Monitoreo y puntos de medición de vibraciones y ruido estructural

La caracterización de vibraciones se desarrolló utilizando acelerómetros sísmicos de referencia 731A marca Wilcoxon ultrasensibles, de baja frecuencia, con banda frecuencial (+10%) de registro entre 0,1 y 450 Hz. La configuración utilizada de los sensores permite registrar una aceleración máxima de 0,5 g (4,91 m/s²), valor que se determina teniendo en cuenta el rango de voltaje (± 5 V) y la sensibilidad (10 V/g) del equipo. La selección de los equipos se desarrolla teniendo en cuenta el rango de frecuencias de medición definido en la DIN 4150 (1 – 100 Hz), el contenido frecuencial y los niveles de amplitud esperados para las fuentes de vibración natural en la zona de estudio.

Con el objetivo de establecer una línea base adecuada, se planteó la siguiente metodología para la toma de información:

- Para cada punto de muestreo se desarrollaron mediciones en periodos clasificados de acuerdo con el tráfico de automóviles y de transporte masivo (Transmilenio) como horas pico y horas valle.
- Las mediciones se realizaron de lunes a sábado en el día para el tráfico pico. Los días festivos o horario nocturno de lunes a sábado se usó para horas valle.
- Los puntos de medición se ubicaron sobre las calles o carreras que llegan al corredor.
- Los puntos de medición se localizaron como se muestra en la Figura 38.

- o Primer punto de medición (Canal 0): Se ubicó en el extremo del tráfico mixto en el caso de una vía de Transmilenio o en el extremo de la vía con mayor flujo de automóviles en un caso diferente.
- o Segundo punto de medición (Canal 1): Se localizó a 15 m del primer punto de medición.
- o Tercer punto de medición (Canal 2): Se localizó a 30 m del primer punto de medición.

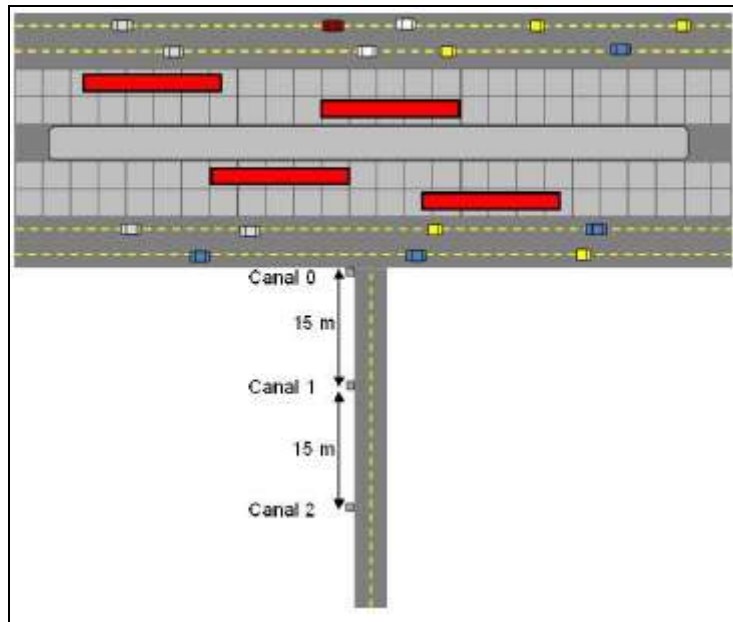


Figura 38. Esquema de medición de vibraciones para las ventanas de registro en horas pico y horas valle
Fuente: UT MOVIUS 2022.

Con el fin de contar con un número adecuado de ventanas de vibración para el análisis en cada uno de los puntos de medición seleccionados se tomaron 15 ventanas de registro de 2 minutos de duración a una frecuencia de muestreo de 2000 Hz. Lo anterior está acorde con los requerimientos de número de ciclos y frecuencia de muestreo para registros de vibración en los cuales se espera que la frecuencia de vibración predominante de la señal sea superior a 5 Hz. La frecuencia de muestreo a utilizar asegura que no se presente ningún tipo de filtro numérico de alta frecuencia que pudiera afectar el rango superior requerido.

0.6.2.13.0.2. Umbrales de percepción humana y afectación a estructuras

Con base en la caracterización del corredor de las fuentes emisoras de vibraciones y el tipo de edificaciones encontradas en el corredor de análisis y la comparación de las recomendaciones de la DIN 4150 (2016), AS2187.2 (1993) y CALTRANS (2013) se define umbrales de vibración en términos de velocidad de partícula para afectación estructuras antiguas construidas en mampostería a 12,7 mm/s (0,5 in/s) en el caso de fuentes de vibraciones transientes (poco frecuentes) y de 7,6 mm/s para el caso de fuentes de vibración continuas. De manera conservadora se asume que las fuentes de vibración asociadas con la construcción y la operación del proyecto son de carácter continuo, por lo que se define un umbral de vibración de velocidad de partícula máxima de 7,6 mm/s para edificaciones convencionales.

Con el fin de tener en cuenta la mayor vulnerabilidad que presentan las edificaciones patrimoniales que se encuentren cerca del corredor férreo, en particular las estaciones del tren, se define un umbral local de vibración igual a 3 mm/s para estas estructuras. Es claro que en la medida que las estructuras analizadas presentan un mayor detallamiento y un cumplimiento estricto de los requerimientos de construcción sismorresistente, el nivel de velocidad de partícula tolerable aumenta, sin embargo, de manera conservadora se definió un nivel umbral que corresponde a estructuras sin tanto detallamiento.

Se considera importante anotar que aunque la práctica de registro y definición de impacto asociados con cambios en los niveles de vibración se ha utilizando como unidad de medida la velocidad de partícula (en mm/s), existen referencias como el Manual de medidas acústicas y control de ruido de Cyril M. Harris que utilizan como parámetro de análisis la aceleración de partícula (en m/s^2), y otras referencias como el Manual para la evaluación del impacto del tránsito asociado con ruido y vibraciones (FTA, 2018) que utilizan como parámetro de análisis las vibraciones en decibeles (VdB). En los análisis desarrollados se utiliza como parámetro de referencia la velocidad de partícula, sin embargo, se utilizan conversiones entre las diferentes unidades de análisis con el fin de definir un marco de referencia robusto para el análisis de las vibraciones en la condición con proyecto y la evaluación de los efectos asociados con la operación del proyecto férreo. El desarrollo de un análisis teniendo en cuenta diferentes tipos de intensidades de análisis está acorde con lo presentado en el Anexo Metodología para la medición de emisión de ruido y vibraciones en el área de influencia de una línea férrea [TDR-03 - Vías Férreas, ANLA, (2016)].

Los valores umbral que son considerados para el análisis de los impactos que puede generar la operación del proyecto es de 3 mm/s para las edificaciones consideradas de carácter patrimonial en particular las estaciones férreas existentes. Para las edificaciones no patrimoniales de mampostería no reforzada con elementos de concreto (vigas y columnas) que se encuentran a lo largo de corredor el umbral de daño ha sido definido como de 7,6 mm/s acorde a los criterios definidos en normas internacionales y en particular la norma DIN 4150.

En conclusión para la definición del área de influencia directa se utiliza el criterio de velocidad de partícula de 0,15 mm/s para zonas residenciales y 0,30 mm/s para otras zonas para el escenario de operación. Para el escenario de construcción se define un valor umbral de 3 mm/s que corresponde al límite más estricto definido en la DIN 4150 para estructuras con muy bajo detallamiento.

0.6.2.13.0.3. Identificación de estructuras vulnerables a lo largo del trazado

Partiendo de la categorización de estructuras definidas en el Estándar DIN 4150, se clasificaron las estructuras ubicadas, con mayor cercanía, a lo largo del alineamiento del L2MB. Lo anterior, con el fin de identificar su vulnerabilidad ante una posible variación en los niveles de vibración que pueden presentarse por la construcción y operación del mismo.

El Anexo 5.2 - 15.4 presenta el listado con el tipo de estructuras identificadas, mientras que el detalle con el levantamiento de la información se presenta en el Anexo 5.2 - 15.5. En general, se detalla Número de Identificación de Edificación / Estructura, la distancia al eje del alineamiento del L2MB, las coordenadas con su ubicación, la dirección, el uso actual de la edificación, la altura, el número de pisos, el tipo de cimentación, la características de la estructuras y el estado general de las mismas. Cada una de esta información acompañada de un registro fotográfico que ayuda a su identificación.

0.6.2.13.0.4. Línea base de vibraciones

En general, se encontró 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.

En ninguno de los sitios de registro se identificó niveles de vibración que puedan ser asociados con exceder los umbrales más estrictos de daño estructural ($PGV > 3$ mm/s) por lo cual la caracterización de los niveles de vibración a lo largo del corredor es definida como por encima de los límites de percepción humana pero significativamente menor que los umbrales de daño estructural.

En todos los casos la fuente de vibración principal corresponde al tráfico automotor, identificando mayores niveles de vibración en los puntos que se encuentran más cercanos a los ejes viales principales de la ciudad.

0.6.2.13.0.5. Predicción de vibraciones durante construcción y operación

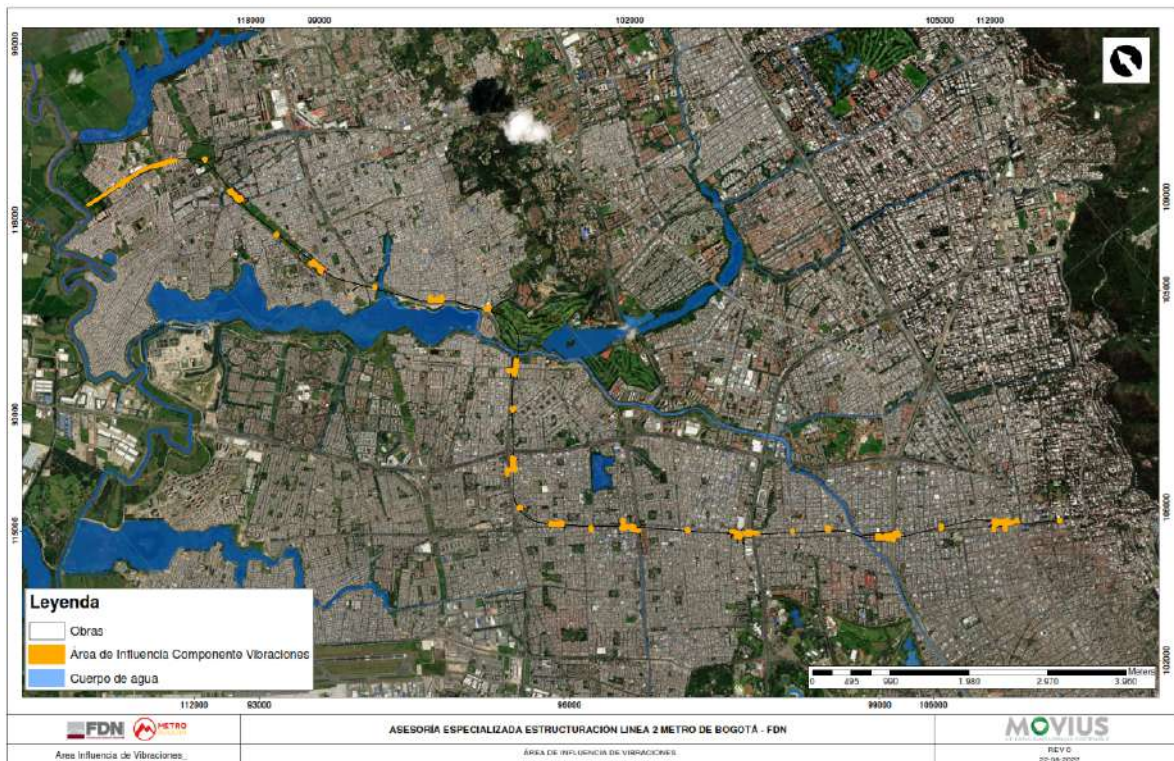
Con relación a los umbrales asociados con percepción humana definidos por la FTA (2018), y teniendo en cuenta que la FTA (2018) para eventos frecuentes de vibración y los niveles de vibración existentes permite exceder el nivel de vibraciones en un máximo de 3 VdB, con lo que se obtiene un valor de 75 VdB o 0,15 mm/s como umbral de vibraciones siguiendo criterios de sensibilidad humana para la condición crítica de análisis que corresponde con horario nocturno y uso de edificación residencial. El valor umbral de 0,15 mm/s es consistente con la definición de niveles de umbral de percepción humana propuestos en la norma AS 2670.2-1990, la norma ISO 2631-1 y la propuesta del Laboratorio de Investigación en Transporte y Vías (TRRL por sus siglas en inglés). Utilizando la ecuación ajustada se encuentra que para las condiciones proyectadas para el material rodante del proyecto la distancia para la cual no se esperan impactos asociados con percepción humana es de 16,5 m, 8,0 m y 2,5 m para los sectores a nivel o trinchera, subterráneo y elevado respectivamente. Para el caso del umbral de vibración asociado con un horario diurno (0,30 mm/s) la distancia mínima requerida corresponde a 6,5 m para el tramo a nivel o en trinchera y es menor a 2 m para los casos subterráneo y elevado. Nuevamente se anota que con las estimaciones realizadas los niveles de vibración proyectados por el tránsito del material rodante son muy inferiores a los umbrales de daño (3 mm/s), por lo que el análisis de impactos por aumento de los niveles de vibración está asociado a niveles de percepción humana.

Con base en lo anterior en:

- (1) En el tramo subterráneo 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. 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.

Se considera importante anotar que el área de influencia tiene un carácter conservador dado que se está utilizando la velocidad máxima de operación y se usa el umbral asociado con horario nocturno y uso residencial, para velocidades menores de operación se estiman menores niveles de vibración y si el umbral es mayor el área de influencia se reduce.

Como se mencionó anteriormente el área de influencia directa de la L2MB para la temática de vibraciones se calcula como la envolvente para los escenarios de construcción y operación. El resultado de este análisis se presenta en la Figura 39.



0.6.3. Caracterización del medio Biótico

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 IDRD 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 acuerdo 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.

0.6.3.1. Estructura Ecológica Principal y áreas sensibles en el área de intervención del proyecto L2MB

De acuerdo con reporte del MADS, el proyecto L2MB no intersecta, áreas de las Reservas Forestales Nacionales o regionales, ni reservas forestales de Ley 2da de 1959, Estrategias Complementarias de Conservación, Ecosistemas Estratégicos, ni Reservas de la biosfera. Sin embargo reporta la intersección del proyecto L2MB con el sitio Ramsar, correspondiente al Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá. De igual manera, la consulta a Parques Nacionales Naturales no reportó traslape del proyecto con áreas de Parques Nacionales Naturales, ni Prioridades de Conservación Nacional CONPES 3680, ni superposición con áreas RUNAP.

Por lo anterior, no se encuentran en el área de intervención del proyecto áreas a nivel nacional ni regional que pertenezcan al Sistema Nacional de Áreas Protegidas - SINAP ni áreas CONPES 3680, ni páramos, ni reservas que hagan parte de la cuenca alta del río Bogotá; y las áreas con distinciones internacionales que se encuentran, sin ser categorías de manejo de áreas protegidas sino estrategias complementarias para la conservación de la diversidad biológica, corresponden al Sitio Ramsar humedal Juan Amarillo o Tibabuyes que hace parte del Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, y el AICA Humedales de la Sabana de Bogotá, cómo un Área Importante para la Conservación de las aves de Colombia y del Mundo - AICAS.

A nivel local y de acuerdo con la categorización de la EEP establecida en el POT de la ciudad de Bogotá D.C. de 2021, adoptado mediante el Decreto 555 de 29 de diciembre de 2021 de la Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C., el área de intervención del proyecto cruza cinco elementos de tres categorías de la EEP, correspondientes a los componentes de las Zonas de conservación, las Áreas de especial importancia ecosistémica y las Áreas complementarias para la conservación.

En el componente de las Zonas de conservación, se encuentra dentro del Sistema Distrital de Áreas Protegidas, la Reserva Distrital del Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes.

Entre las Áreas de especial importancia ecosistémica, se encuentran como parte del Sistema hídrico de la ciudad, cuatro cuerpos de aguas naturales y dos cuerpos de agua artificiales que son cruzados por el trazado del proyecto y que corresponden dentro de los naturales a los canales Cafam y Salitre, el río Salitre y el humedal Juan Amarillo o Tibabuyes, y entre los cuerpos de agua artificiales, los cuerpos hídricos del Lago Club Los Lagartos 3 y el Lago Club Los

Lagartos 4. Con respecto al humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes, el trazado del proyecto cruza el brazo nororiental del humedal bajo el subsuelo y a profundidad, por lo que el tunel subterráneo proyectado del L2MB se encuentra por fuera del límite legal establecido por la SDA para la superficie del humedal y la zonificación del Plan de Manejo Ambiental. De igual forma, todos los cuerpos de agua del Sistema Hídrico son cruzados de manera subterránea por el proyecto, sin afectar sus cauces, rondas hídricas, fajas paralelas, ni el área de protección o conservación aferente.

En el componente de las Áreas complementarias para la conservación, el trazado proyectado de L2MB no cruza áreas de la categoría de Parques contemplativos y de la Red Estructurante que hacen parte de la Estructura Ecológica Principal y Parques de Borde, sin embargo, atraviesa áreas de la categoría Subzona de importancia ambiental del POMCA Río Bogotá, que corresponden al área de restauración ecológica ARE-Humedal-Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes, la cual es atravesada de forma subterránea por el tunel proyectado, por lo que las obras constructivas del proyecto no intervendrán en superficie las áreas ARE-Humedal-Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto de L2MB no interviene elementos de la EEP de la ciudad de Bogotá y su cruce se realiza de forma subterránea sin intervenir los límites legales establecidos por la SDA, sin interferir la zonificación ambiental del humedal Juan Amarillo o Tibabuyes, y sin afectar sus componentes y funcionalidad ecológica.

0.6.3.2. Hábitats modificados, naturales y críticos - EAS 6



Se realizó la homologación de las coberturas y ecosistemas referenciados para el área de desarrollo del proyecto, para obtener la información de hábitats presentes según los estándares de la Banca Mundial EAS 6. Para ello, es fundamental considerar la definición de hábitat, el cual: “se define como una unidad geográfica terrestre, de agua dulce o marina, o un ambiente aeroterrestre que sustenta conjuntos de organismos vivos y sus interacciones con el ambiente no vivo. Los hábitats varían en su importancia para conservar biodiversidad importante a nivel global, regional y nacional, en su sensibilidad a impactos y en la importancia que diferentes partes interesadas les atribuyen”⁹. En ese orden de ideas, se definen tres tipos diferentes, modificados, naturales y críticos; y en cualquiera de estos pueden ubicarse áreas valiosas para la biodiversidad legalmente protegidas y reconocidas a nivel internacional y regional. Esta clasificación será insumo base para las compensaciones y la determinación de posibles impactos generados por el Proyecto L2MB.

Hábitat modificado: “Los hábitats modificados son áreas que pueden contener una gran proporción de plantas o especies animales de origen no nativo, o en los que la actividad humana ha modificado sustancialmente las funciones ecológicas primarias y la composición de especies de un área”¹⁰. Dada el estatus de estos, se evitarán o minimizarán los impactos y se implementarán medidas de mitigación.

Hábitat natural: “son áreas conformadas por conjuntos viables de plantas o especies animales de origen en gran parte nativo, o áreas en las que la actividad humana no ha modificado esencialmente las funciones ecológicas primarias y la composición de especies de un área”. En estas áreas no se pueden implementar acciones relacionadas con el proyecto a menos que sea estrictamente necesario por falta de alternativas técnicas o financieras y se ejecuten medidas de mitigación adecuadas y se pueda garantizar que no haya pérdidas netas.

Hábitat crítico: “se definen como áreas de gran importancia o valor en términos de biodiversidad, e incluyen: a) hábitats de importancia significativa para especies en peligro de extinción o en peligro de extinción crítico, según se enumeran en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) o enfoques nacionales equivalentes; b) hábitats de gran importancia para especies endémicas o de rango de distribución

⁹ MUNDIAL, Banco. Marco Ambiental y Social del Banco Mundial. Washington, DC, 2016, vol. 121.

¹⁰ MUNDIAL, Banco. Marco Ambiental y Social del Banco Mundial. Washington, DC, 2016, vol. 121.

restringido; c) hábitats que respaldan concentraciones importantes a nivel mundial o nacional de especies migratorias o gregarias; d) ecosistemas altamente amenazados o únicos; e) funciones ecológicas o características que son necesarias para mantener la viabilidad de los valores de biodiversidad”. Si bien es cierto que estas áreas pueden ser intervenidas en caso de estrictas condiciones, el proyecto L2MB en su huella y área de influencia directa no intersecta ningún hábitat crítico y por ende no causa afectaciones sobre estos (tal como se detalla en los capítulos de 8. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL y 10. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL).

En el área de influencia del proyecto se registran los tres tipos de hábitat (Figura 40), siendo más frecuentes los hábitats modificados, seguidos por los críticos aunque el proyecto no los cruza en superficie y luego se encuentran remanentes de hábitats naturales. Ver Plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0085_V01.

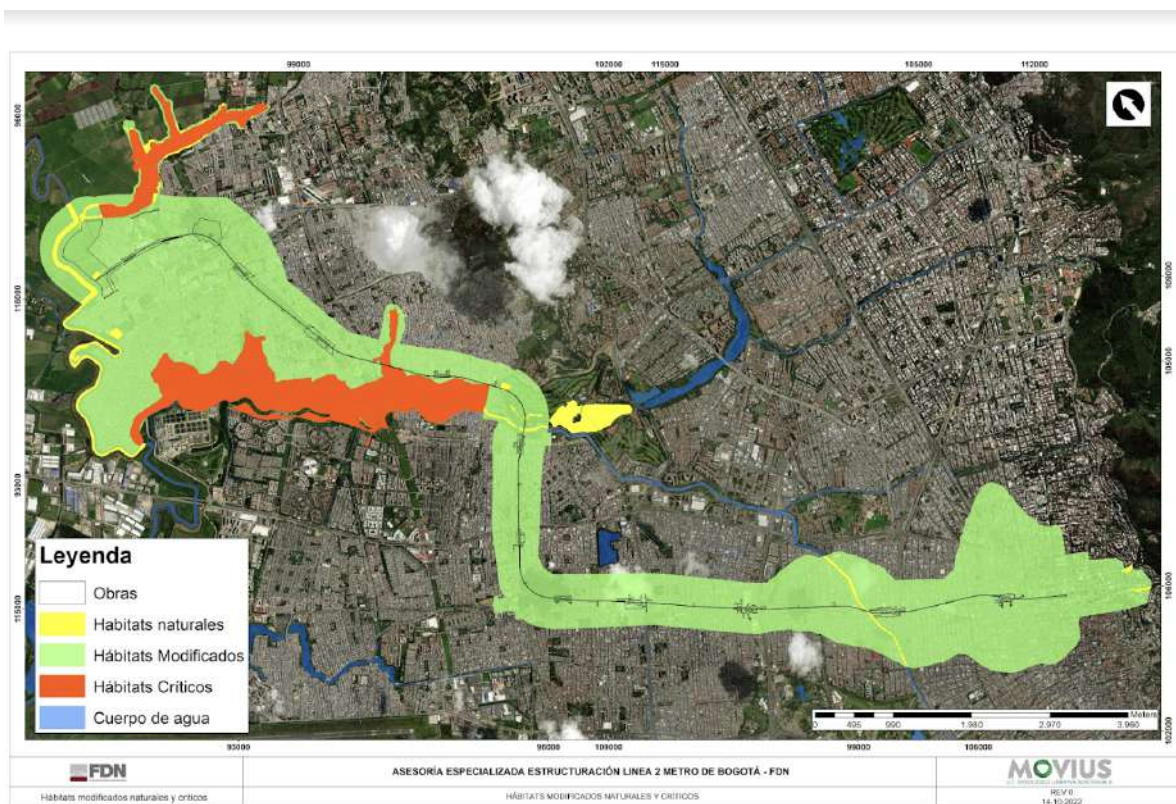


Figura 40. Análisis de hábitats según los criterios y EAS de la Banca Mundial
Fuente: UT MOVIVUS. 2022.

0.6.3.3. Vegetación con connotación especial

A partir de la caracterización realizada entre marzo y julio de 2022 se caracterizó la flora en veda arbórea, vascular y no vascular. Para la veda arbórea se registró un total de 73 individuos en el área de influencia directa biótica, un total de 4 especies pertenecientes a 4 familias diferentes. La especie encontrada con mayor abundancia fue la palma de cera (*Ceroxylon quinduense*) con 32 individuos de uso ornamental, el roble (*Quercus humboldtii*), representado por 4 individuos, el nogal (*Juglans neotropica*) con 10 individuos y el pino romerón (*Retrophyllum rospigliosii*) con 27

individuos. En cuanto a la flora en veda vascular, en los recorridos realizados a lo largo del área de intervención y el área de influencia biótica no se encontró ningún individuo de tipo orquídeas, bromelias y helechos arborescentes.

Respecto a la flora no vascular en veda, en total se obtuvo una riqueza de 44 especies no vasculares, distribuidas en 27 familias y 35 géneros teniendo en el Área de Influencia Directa se registraron 12 de las 44 especies. El grupo vegetal más diverso fue el de los líquenes representados por 12 familias, 17 géneros y 20 especies. Los musgos presentaron una riqueza de 17 especies distribuidas en 13 géneros y 10 familias. Con respecto a las hepáticas, se encontraron 7 especies pertenecientes a 5 géneros y 5 familias. Las especies más abundantes y que representan el 54,42% de la cobertura total ocupada por la comunidad no vascular registrada en el Área de Influencia Indirecta Biótica son los musgos *Bryum argenteum* (15,74%), *Syntrichia laevipila* (10,57%) y *Meteoridium remotifolium* (9,64%), seguidos por el líquen *Physcia atrostriata* (9,48%) y el musgo *Didymodon* sp. 1 (8,99%). Las especies que se registraron con mayor frecuencia fueron los líquenes *Physcia atrostriata* y *Flavopunctelia flaventior*.

Las especies reportadas se encuentran asociadas a 28 especies de forófitos, pertenecientes a 18 familias botánicas, teniendo la mayor abundancia asociada al Drago (*Croton coriaceus*) con 10 especies, y el de mayor abundancia de epífitas fue el Urapán (*Fraxinus uhdei*). En cuanto a los biomas y coberturas ocupados por la flora no vascular, el bosque de galería y ripario y la vegetación secundaria del Orobioma azonal andino altoandino cordillera oriental fueron las coberturas con mayor riqueza, con 26 y 16 especies respectivamente, seguidas de las Zonas verdes urbanas del orobioma andino altoandino de la cordillera oriental con 12 especies.

0.6.3.4. Fauna

En cuanto a la caracterización de avifauna, partir del trabajo en campo realizados entre el 14 y el 24 de marzo, entre el 08 y el 15 de junio y el 14 de julio de 2022, se reporta un total de 3115 registros de aves, con 60 especies distribuidas en 55 géneros, 28 familias y 14 órdenes. Esto representa el 41,82% de las especies probables a encontrar en el área de influencia y cerca del 2,35% de la riqueza total de aves en el país.

El orden con mayor cantidad de especies reportadas fue el Passeriformes, con 31 especies, más de la mitad (51,66%) de las especies encontradas, seguido de Pelecaniformes (8,33%) con cinco especies, Charadriiformes (6,66%) con cuatro especies y los demás órdenes con tres o menos especies. En cuanto a las familias encontradas, se destaca que la mayor proporción de especies se encuentran en las familias Icteridae (chamón, toche, entre otros), Thraupidae (tángaras y afines) con cinco especies cada una, y Tyrannidae (atrapamoscas) con cuatro especies. Por su parte, las familias Accipitridae, Rallidae y Scolopacidae están representadas con tres especies cada una, mientras que las demás familias reportadas presentan una especie cada una. En cuanto a la abundancia de cada especie se puede apreciar una fuerte dominancia de pocas especies, mientras que hay muchas especies con baja representación. Dentro de las especies más abundantes se encuentran la torcaza (*Zenaida auriculata*) con 562 registros, la paloma (*Columba livia*) con 549 registros, el chulo (*Coragyps atratus*) con 309 registros y la golondrina (*Orochelidon murina*) con 237 registros. Respecto a la relación con coberturas, en las áreas abiertas se registró un total de 53 especies, en el bosque de galería 35, en las áreas húmedas y superficies de agua 34 y en las áreas artificiales 14. Se identificaron siete especies de aves incluidas en el Apéndice II de la CITES, las cuales tienen una distribución restringida y una de ellas (*Buteo platypterus*) presenta migración latitudinal y otra (*Spatula discors*) se contempla como especie en Preocupación Menor (LC) según la UICN. La única especie endémica observada en el área de influencia fue *Synallaxis subpudica*. Se encontraron un total de nueve nidos de milas y torcazas, en ocho árboles, la mayor parte en el tramo cercano al humedal Juan Amarillo.

Para el grupo de herpetofauna, desde la caracterización de campo realizada entre el 14 y el 24 de marzo, entre el 08 y el 15 de junio y el 14 de julio de 2022, se registró la rana sabanera (*Dendropsophus molitor*) mediante detecciones

auditivas y la serpiente sabanera (*Atractus crassicaudatus*) mediante observación directa, ambas especies endémicas y en categoría de Preocupación Menor según la UICN.

Por último, para el grupo de mamíferos, se registró la presencia de la rata parda (*Rattus norvegicus*) como especie invasora y del cuy (*Cavia aparea*) mediante la detección de una madriguera, especie catalogada como de Preocupación Menor según la Lista Roja de la UICN.

Dado la alta transformación de las coberturas naturales, las especies de fauna encontradas para el área de influencia en su gran mayoría constituyen especies comunes de la región que logran tolerar cierto grado de intervención. Sin embargo, se identifican como zonas de importancia el humedal Juan Amarillo, La Conejera y el río Bogotá, presento una alta diversidad de especies alrededor de estas zonas, teniendo en cuenta la oferta de recursos que presentan estos ecosistemas, brindando lugares alimentación, refugio y de paso, presentando de esta manera sitios importantes para la conectividad de la biodiversidad de la región, incluyendo especies de distribución restringida. Esto se ha plasmado y se complementa con la declaración de los conectores ecosistémicos que han sido decretados por el POT de Bogotá (2021), presentándose en el área de influencia biótica o en las zonas aledañas los Conectores de los Cerros Orientales del Río Bogotá, el de Suba Conejera y el Conector ecosistémico Virrey-Chicó.

0.6.3.5. Ecosistemas acuáticos

0.6.3.5.1. Comunidades hidrobiológicas época de lluvias

Fue realizado el monitoreo hidrobiológico para trece (13) estaciones ubicadas en la ciudad de Bogotá. El análisis integral de dichas comunidades permite establecer que la mayoría de las estaciones presentan algunos atributos que las califican como mesotróficas. La distribución heterogénea puede estar regulada por factores, tanto bióticos como abióticos, entre los que se encuentran el viento, la corriente, la profundidad, el tipo de sustrato, entre otros.

La comunidad perifítica se caracterizó por presentar densidades elevadas para las estaciones Canal Salitre aguas abajo, Humedal Juan Amarillo aguas abajo, Canal CAFAM aguas abajo y Humedal Juan Amarillo aguas arriba y medias para las estaciones restantes, lo cual puede estar relacionado con las características eutróficas que se evidenciaron para las estaciones a lo largo del estudio. Su composición presentó la mayor abundancia y densidad celular en el phylum Bacilliarophyta, integrada por especies cosmopolitas con tolerancia a contaminación orgánica, lo cual concuerda con los valores altos de sólidos suspendidos y coliformes reportados para las estaciones.

El fitoplancton presentó densidades elevadas en las tres (3) estaciones evaluadas siendo aún mayor para la estación Lago Club Los Lagartos, la abundancia fue elevada por la presencia de los phylum Chlorophyta, Cyanobacteria y Miozoa, lo cual concuerda con los valores de carga orgánica reportados, sus abundancias e índices ecológicos evidencian alteraciones en la calidad de los cuerpos de agua evaluados, reportando organismos con tolerancia a la contaminación por materia orgánica.

En lo que respecta a la comunidad zooplancónica, se encontraron similitudes en la composición de cada ensamble, presentando las clases Monogononta, Maxillopoda y Branchiopoda como las más relevantes. Con relación en las densidades y diversidades, los valores medios son coherentes en la comunidad, las variaciones de composición de organismos zooplancónicos entre los puntos pueden estar asociadas a las condiciones fisicoquímicas y morfológicas de los sistemas ya que tienden a ser similares entre sí.

El establecimiento de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en cada uno de los puntos de muestreo estuvo relacionado, principalmente, con las condiciones de periodo hidrológico que impacta el establecimiento de las especies y sustratos presentes en cada uno, de hecho, estos atributos ecológicos regulan el establecimiento de estos organismos. Para este se registraron valores bajos de densidad en la mayoría de estaciones (con excepción de Canal de las tres (3) estaciones CAFAM aguas abajo y Canal CAFAM aguas arriba). La clase Insecta fue la más relevante de la comunidad, influenciada por las condiciones físicas de los cuerpos de agua tales como la corriente, el tipo de sustrato y la vegetación, las cuales ejercen un papel importante en el establecimiento y desarrollo de estos individuos, viéndose reflejado en las abundancias de las estaciones.

La baja representatividad de la comunidad íctica está altamente influenciada por las características geológicas, físicas y químicas de los diferentes cuerpos de agua, la única especie reportada (*Poecilia* sp.), corresponden a un organismo típico de la sabana, tolerante a perturbaciones ambientales y cambios en la composición biótica y abiótica de su hábitat. La comunidad de macrófitas acuáticas fue descrita para las estaciones Brazo humedal Juan Amarillo intersección, Humedal La Conejera y Lago Club Los Lagartos, se encontró principalmente en la interface, dado que se evidenciaron aguas de escasa corriente y con altos contenidos de nutrientes, que debido a su densidad poblacional tiene relación con el área litoral, condiciones topográficas del terreno y velocidad de la corriente de las aguas, proporcionando estabilidad al terreno y transformando los detritos en materia orgánica, siendo incorporada al cuerpo de agua y consecuentemente generando la vía trófica directa y su diversificación.

0.6.3.5.2. Comunidades hidrobiológicas época seca

La comunidad perifítica se caracterizó por presentar densidades elevadas para las estaciones Lago Club Los Lagartos, Humedal La Conejera y Canal Salitre aguas abajo y medias y bajas para las estaciones restantes, lo cual puede estar relacionado con las características eutróficas que se evidenciaron para las estaciones a lo largo del estudio. Su composición presentó la mayor abundancia y densidad celular en el phylum Bacilliarophyta, integrada por especies cosmopolitas con tolerancia a contaminación orgánica, lo cual concuerda con los valores altos de sólidos suspendidos y coliformes reportados para las estaciones.

El fitoplancton presentó densidades elevadas en dos (2) de las tres (3) estaciones evaluadas siendo aún mayor para la estación Lago Club Los Lagartos, la abundancia fue elevada por la presencia de los phylum Chlorophyta, Cyanobacteria y Miozoa, lo cual concuerda con los valores de carga orgánica reportados, sus abundancias e índices ecológicos evidencian alteraciones en la calidad de los cuerpos de agua evaluados, reportando organismos con tolerancia a la contaminación por materia orgánica.

En lo que respecta a la comunidad zooplanctónica, se encontraron diferencias en la composición de cada ensamble, presentándose las clases Monogonta como la más relevante de la estación Lago Club Los Lagartos, Branchiopoda para Humedal Juan Amarillo aguas arriba y Ciliata para Humedal La Conejera como las más relevantes. Con relación en las densidades y diversidades, los valores medios son coherentes en la comunidad, las variaciones de composición de organismos zooplanctónicos entre los puntos pueden estar asociadas a las condiciones fisicoquímicas y morfológicas de los sistemas ya que tienden a ser similares entre sí.

El establecimiento de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en cada uno de los puntos de muestreo estuvo relacionado, principalmente, con las condiciones de periodo hidrológico que impacta el establecimiento de las especies y sustratos presentes en cada uno, de hecho, estos atributos ecológicos regulan el establecimiento de estos organismos. Para este se registraron valores bajos de densidad en la mayoría de estaciones (con excepción de Canal CAFAM aguas abajo, Canal CAFAM aguas arriba y Lago Club Los Lagartos). La clase Insecta fue la más relevante de la comunidad, influenciada por las condiciones físicas de los cuerpos de agua tales como la corriente, el tipo de sustrato y la

vegetación, las cuales ejercen un papel importante en el establecimiento y desarrollo de estos individuos, viéndose reflejado en las abundancias de las estaciones.

La baja representatividad de la comunidad íctica está altamente influenciada por las características geológicas, físicas y químicas de los diferentes cuerpos de agua, la única especie reportada (*Poecilia* sp.), corresponden a un organismo típico de la sabana, tolerante a perturbaciones ambientales y cambios en la composición biótica y abiótica de su hábitat.

La comunidad de macrófitas acuáticas fue descrita para las estaciones Brazo humedal Juan Amarillo intersección, Humedal La Conejera y Lago Club Los Lagartos, se encontró principalmente en la interface, dado que se evidenciaron aguas de escasa corriente y con altos contenidos de nutrientes, que debido a su densidad poblacional tiene relación con el área litoral, condiciones topográficas del terreno y velocidad de la corriente de las aguas, proporcionando estabilidad al terreno y transformando los detritos en materia orgánica, siendo incorporada al cuerpo de agua y consecuentemente generando la vía trófica directa y su diversificación.



0.6.3.6. Servicios ecosistémicos

Específicamente para la ciudad de Bogotá, la expansión y crecimiento ha conllevado a la fragmentación de los humedales que en otras épocas cubrían gran parte de la planicie, y la interconexión entre ellos regulaba las inundaciones del tramo medio del río Bogotá, función que aún persiste para algunos de ellos. La identificación de los SSEE en el territorio en donde se enmarca el proyecto L2MB, se adelanta en el contexto urbano y considerando los procesos y funciones que provienen de la biodiversidad que se encuentra en las áreas urbanas y que son percibidos por sus habitantes como beneficios directos o indirectos que les proveen bienestar y mejor calidad de vida.

A continuación se identifican, los SSEE que ofrecen el territorio en donde se implementará el proyecto L2MB, de acuerdo con el estado de los hábitat que sustentan la biodiversidad y la percepción de las comunidades:

- **Servicios de provisión**

- Madera
- Recursos medicinales (Plantas medicinales)
- Alimentos

- **Servicios de regulación**

- Regulación del clima local
- Purificación del aire
- Almacenamiento y captura de dióxido de carbono
- Polinización
- Regulación hídrica y depuración de aguas

- **Servicios de apoyo o soporte**

- Provisión de hábitat
- Fotosíntesis y producción primaria
- Ciclo de nutrientes

- **Servicios culturales**

Esta categoría de servicios ecosistémicos agrupa los beneficios no materiales que se obtienen de los ecosistemas, ya sea a través del enriquecimiento espiritual, el desarrollo cognitivo, la reflexión, la recreación y las experiencias estéticas. En el área de intervención del proyecto se presentan los siguientes servicios ecosistémicos culturales:

- Recreación y conocimiento
- Contemplación del entorno natural

0.6.4. Caracterización del medio Socioeconómico

La caracterización del medio socioeconómico se elaboró de acuerdo con lo establecido por la Financiera de Desarrollo Nacional en los términos de referencia ET 05 - Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) de mayo de 2021, los cuales corresponden a la Convocatoria pública FDN - VE - CP - 07 - 2021 para realizar la estructuración integral del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, incluyendo los componentes legal, de riesgos, técnico y financiero; y las Guías de la Banca Multilateral.

El marco o guía de los estándares y normas de desempeño de la Banca Multilateral se enfoca en aspectos relevantes y transversales al Estudio como la consulta y participación de las partes interesadas en el proceso, situación que se tuvo en cuenta para la captura de información primaria en el territorio y en los talleres con comunidades afectadas. Por otra parte, en esta línea de base se involucran aspectos incidentes para la identificación de impactos y planes de manejo como aspectos de género, identificación de población a reasentar, identificación y caracterización de aspectos espaciales (vías, equipamientos), aspectos económicos, patrimonio cultural; temas de interés de la Banca que se plasman en las dimensiones caracterizadas.

Los insumos de la caracterización consistieron en fuentes de información secundaria y primaria y se realizaron análisis de información tanto cuantitativa y cualitativa; la revisión, recopilación, evaluación y análisis de la información permitió identificar y dimensionar los impactos que se pueden presentar con ocasión del proyecto en cada una de las etapas por componentes.

La caracterización del Área de influencia Indirecta se adelantó mediante la consulta de fuentes de información oficial, como el DANE, Secretaría Distrital Planeación, Cámara de Comercio, alcaldías locales de Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba, Instituto Distrital de Patrimonio y Cultura, Secretaría de Salud, Secretaría de Educación, Instituto Distrital Recreación y Deporte, Secretaría de Movilidad, Ministerio de Cultura entre otros.

En cuanto al Área de Influencia Directa AID, se elaboró con información primaria obtenida con los diferentes actores sociales, durante los espacios de participación como reuniones y talleres en los que se implementaron diversas metodologías con enfoque diferencial, a fin de obtener la particularidad y dinámicas de los territorios en los que se desarrollará la Línea 2. Los análisis se complementaron con información secundaria de fuentes oficial y la estructura corresponde a una descripción por dimensiones (demográfica, espacial, cultural, económica y político organizativa) de acuerdo con lo requerido en la ET05 Estudio de Impacto Ambiental y Social, numeral 5.2.5.9 caracterización medio socioeconómico.

Es importante mencionar que el área de influencia directa se estableció considerando diferentes criterios como se explica en el numeral 1.6.1.3 en un buffer de 300 m alrededor de las obras en superficie como las 11 estaciones, el patio taller, los pozos de bombeo, evacuación y ventilación y en el área de túnel una manzana costado y costado, en esta última área es necesario precisar que debido al método constructivo mitiga significativamente las afectaciones o impactos en superficie, no obstante, se considerará desde el medio socioeconómico para los procesos de información y participación

debido a las expectativas que se pueden presentar por al túnel y con el objetivo de adelantar un relacionamiento asertivo con los diferentes actores sociales. De acuerdo con lo anterior y teniendo en cuenta la organización del territorio, la caracterización se adelantó priorizando las convocatorias a la población ubicada en estas áreas de proyecto y a los presidentes de las Juntas de Acción Comunal de los barrios en los que el proyecto se desarrollará, así mismo la caracterización fue complementada con los datos de fuentes oficiales como las administraciones locales y entidades del distrito, las cuales procesan la información y tienen salidas de la misma sobre barrios, siendo esta la unidad considerada para complementar los análisis considerando que los impactos no se extienden a la totalidad del área de los barrios.

A continuación se presenta el listado de las localidades y barrios que configuran el Área de Influencia del Proyecto:

Tabla 17. Localidades, UPZ, Barrios y área de proyecto.

Localidad	Barrio	Actividad
Chapinero	Porciúncula	Estación 1
	Quinta Camacho	Estación 1
Barrios Unidos	San Felipe	Estación 1
	Concepción Norte	Estación 1
	Colombia	Estación 1
	Alcázares	Línea
	Alcázares Norte	Línea
	La Aurora	Línea
	La Merced Norte	Estación 2
	Once de Noviembre	Estación 2
	12 de octubre	Estación 2
	San Fernando	Estación 2
	San Fernando Occidental	Estación 3
	José Joaquín Vargas	Estación 3
Engativá	Metrópolis	Estación 3
	Las Ferias	Estación 3
	Bellavista Occidental	Estación 3
	Simón Bolívar	Estación 3
	Las Ferias Occidental	Línea
	La Estrada	Línea
	Bonanza	Estación 4
	Palo Blanco	Estación 4
	Santa María del Lago	Estación 4
	Boyacá	Estación 4 y 5
	Tabora	Estación 5
	Santa Helenita	Estación 5

Localidad	Barrio	Actividad
	Florencia	Línea
	Almería	Línea
	Soledad Norte	Estación 5 y 6
	París	Estación 6
	La Granja	Estación 6
	Los Cerezos	Estación 6 y 7
	París Gaitán	Estación 6 y 7
	La Española	Estación 6 y 7
	La Serena	Estación 7
Suba	Club Los lagartos	Estación 7
	Rincón Altamar	Estación 8
	Rincón de Suba	Estación 8
	Japón	
	Santa Teresa de Suba - Humedal Juan Amarillo	Estación 8
	San Cayetano	Estación 8
	Lech Walesa / Nuevo Corinto	Línea
	Aures II	Estación 9
	Nueva Tibabuyes	Estación 9
	Villamaría	Línea
	Villamaría I	Estación 10
	Gaitana Oriental	Estación 10
	Puerta del sol	Estación 10
	Sabana de Tibabuyes	Estación 10
	Lombardía	Estación 10
	Sabana de Tibabuyes Norte	Línea
	Tibabuyes Universal	Línea
	Tibabuyes II (sectores caminos de Esperanza y Quintas de Santa Rita	Estación 11
	Tibabuyes Occidental	Patio Taller
	Bilbao	Patio Taller
	Tibabuyes	Patio Taller

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.6.4.1. Dimensión demográfica

El componente demográfico se elaboró con fuentes de información distritales y se trajeron a colación los datos y las percepciones más relevantes de los habitantes sobre la dinámica demográfica en sus barrios. Esto como resultado del ejercicio participativo de caracterización socioeconómica que se llevó a cabo en los distintos sectores del área de influencia del proyecto. La importancia del reconocimiento de estas perspectivas particulares sobre la evolución de la población en las UPZ y/o en los barrios, reside en identificar cambios en la vida social, económica, así como variaciones, adaptaciones o permanencia de necesidades y demandas locales.

Se evidenció la tendencia de crecimiento para las localidades de Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba desde el año 2005 hasta la proyección para el año 2035. A su vez, los datos del DANE muestran un crecimiento significativo de la población en la localidad de Suba, lo cual también puede estar directamente relacionado con su tamaño, así como el crecimiento inmobiliario en la localidad que resulta atractivo para los ciudadanos.

A su vez, se presentó una diferencia marcada entre Suba y las demás localidades que hacen parte del presente estudio para el año 2021. Esta localidad, además de ser una de las de mayor tamaño, también alberga una proporción considerable del total de la población de la ciudad, con una proyección de 1.252.675 habitantes. En Suba, las UPZ que concentran la mayor cantidad de habitantes, son: El Rincón, Tibabuyes, Suba, entre las tres agrupan el 18% de la población local.

Engativá corresponde a la segunda localidad con mayor población del área de influencia. Las UPZ que contienen el mayor número de población son Engativá, Boyacá Real y Minuto de Dios. Chapinero y Barrios Unidos son las localidades con menos población, presentan cifras que están entre los 150.000 y 200.000 habitantes.

Entre otros datos relevantes, el estrato socioeconómico que se desataca a lo largo del corredor en las localidades de Barrios Unidos y Engativá corresponde al estrato tres, en el trazado que se desarrolla en la localidad de Chapinero se observan estratos cuatro y cinco y en la localidad de Suba se destaca el estrato dos, no obstante, se identificaron áreas sin estrato donde es posible considerar que se relacionan con las áreas de la reserva vial de la avenida Longitudinal de Occidente.

0.6.4.2. Dimensión espacial

Bogotá es la ciudad que mayor cobertura en la red de servicios públicos presta a su población (energía eléctrica, acueducto, red de gas, comunicaciones, saneamiento y recolección de basuras), con porcentaje que supera el 60%. Por ello, la diferencia en la cobertura de estos servicios entre las localidades aquí analizadas es menor, y esto es determinado en parte por la vocación comercial de cada sector, y la demanda de servicios que particularmente requieren.

Las cuatro localidades del Área de Influencia Indirecta presentan un alto porcentaje referente a la cobertura de servicios públicos domiciliarios (acueducto, alcantarillado, recolección de basuras, energía eléctrica) con niveles cercanos al 100% en los hogares de las 19 localidades urbanas, desde hace más de 15 años. Así, el servicio de acueducto presenta una cobertura de casi el 100%, con un nivel ligeramente menor en la localidad de Suba. Sin embargo, se debe considerar que esta localidad es la más extensa de la muestra, además de presentar más de presentar mayor cantidad de zonas rurales. En Barrios Unidos, este servicio público se encuentra cubierto en un 100%, de manera similar a todas las

localidades urbanas de la ciudad, las cuales, en general, cuentan con coberturas superiores. De la misma manera que el servicio de acueducto, un porcentaje del 100% de los hogares de Barrios Unidos cuenta con el servicio de alcantarillado.

En cuanto a la seguridad social Chapinero tiene el del 6,7% de su población atendida bajo el régimen subsidiado, frente a 4,6% de Barrios Unidos, 8,2% de Engativá y 6,9% de la población de Suba, donde el 2,1% hace parte del régimen de excepción, mientras que la población de esa localidad que no está cubierta en seguridad social en salud asciende al 0,2% (DANE-SDP,2017). En la localidad de Barrios Unidos la población afiliada al régimen contributivo es del 90,2%, seguido del 4,6% de población atendida por el régimen subsidiado, 2,6% hacen parte del régimen de excepción, mientras que la población de esa localidad que no está cubierta en seguridad social en salud es del 0,2%. En esta última localidad, 3,0% hacen parte del régimen de excepción; en Engativá Barrios Unidos y Chapinero es el 2,6%, respectivamente.

La población sin cobertura a seguridad social en salud es del 0,3% en la localidad de Suba; del 0,5 en Engativá y Barrios Unidos, respectivamente; y del 0,2 en la localidad de Chapinero.

Otro aspecto que se tiene en cuenta es la cobertura en educación, lo cual está directamente relacionado con la densidad de población joven por localidad. En el estudio de caracterización educativo 2019-2020 desarrollado por la Secretaría de Educación del Distrito (SED), arrojó que la población de edad escolar (PEE) para el año 2019 tiene en Suba su mayor representatividad, con 227.976 personas de 1.452.283 que hay en la ciudad de Bogotá, es decir, el 15,7%, que la ubica como la localidad con mayor población en edad estudiantil. Por su parte, Engativá cuenta con 140.910 personas, Barrios Unidos con 35.508 y Chapinero con 14.871 habitantes como PEE. Según la Encuesta Multipropósito 2017, el porcentaje de niños y niñas menores de 5 años que asisten a una institución de atención integral a la primera infancia: 58,6 % niños y 49% niñas. El porcentaje de niños y niñas menores de 5 años que no asisten a una institución de atención integral por falta de cupo por localidad de Barrios Unidos es de 4,1% niños y el 3% niñas.

Respecto a los equipamientos sociales y recreativos, se verá que hay una relación directa entre la cantidad de los mismos y el tamaño de cada localidad, que para este caso se refleja también en su densidad poblacional y al porcentaje de zonas residenciales y de uso comercial que tenga destinado cada sector de la localidad.

0.6.4.3. Dimensión económica

Al hablar de los aspectos económicos en el Área de Influencia del proyecto, es pertinente mencionar que el proyecto desde su diseño involucra diferentes corredores viales sobre los cuales históricamente se ha erigido una dinámica territorial en la cual la promoción de iniciativas comerciales ha sido importante tanto desde la institucionalidad pública, como desde el sector privado. La calle 72 y la Avenida Ciudad de Cali, se destacan como los corredores más reconocidos que se conectan con otros sectores ubicados especialmente en la localidad de Suba. Dicha condición también guarda una directa relación con el avance de la ciudad desde lo que se puede llamar en este caso el centro (calle 72 con Avenida Caracas) hacia la periferia (Sector de Fontanar de Suba) proceso en el cuál se consolidaron los diferentes sectores residenciales y comerciales al par con el desarrollo de la ciudad, y que hoy en día son muy evidentes.

Así por ejemplo, si desde el número de establecimientos comerciales se trata, por todo el corredor de la calle 72 entre la Avenida Caracas y la Avenida Boyacá se concentra el 52,3% del total del AI alrededor de tan solo cuatro de las 11 estaciones que integran el proyecto. Tal situación, resulta apenas lógica si se parte del hecho que la calle 72 durante el siglo XX fue uno de los ejes sobre el cual se desarrolló la ciudad de Bogotá no solo en su expansión hacia el norte, sino también hacia el noroccidente conectando y posteriormente integrando a la dinámica de la ciudad, los pueblos de Usaquén y Suba, los cuales posteriormente pasaron a ser localidades. En este escenario, la creación y consolidación de las Plazas de Mercado jugaron un papel fundamental, pues hasta la actualidad siguen siendo los referentes más

importantes en lo que al comercio se refiere, y además tienen una importancia cultural muy reconocida; se destacan en este caso la plaza del barrio 12 de Octubre, La Plaza de Las Ferias, y la Plaza del Siete de Agosto, aún cuando esta última se encuentra por fuera del Área de Influencia del proyecto.

Cabe destacar que la configuración del comercio local en relación con el área de influencia del proyecto mantiene un comportamiento creciente sostenido en la consolidación de los diferentes nodos comerciales establecidos alrededor de las estaciones proyectadas, cuyas características se presentan a continuación.

Tabla 18. Características generales del desarrollo comercial en el AID

Sector Estación	Establecimientos	Cantidad de actividades según códigos CIU	Características generales
Calle 72 x Avenida Caracas	696	55	<ul style="list-style-type: none"> -Comercio altamente diversificado -Impresión y publicidad -Veterinarias e insumos agropecuarios -Ferreterías y mecánica automotriz
Calle 72 x NQS	859	42	<ul style="list-style-type: none"> - Plaza 12 de Octubre. - Zona de muebles y decoración. - Talleres de mecánica automotriz e industrial. - Restaurantes
Calle 72 x Carrera 68	649	46	<ul style="list-style-type: none"> -Sector Plaza de las Ferias -Sector Alkosto -Sector San Andresito -Comercio altamente segmentado
Calle 72 x Avenida Boyacá	834	52	<ul style="list-style-type: none"> -Altamente segmentado -Sector pisos laminados y maderas -Talleres y metalmecánica -Restaurantes -Mecánica automotriz -Concentrado sobre la Calle 72
Calle 72 x Avenida Cali	394	46	<ul style="list-style-type: none"> -Altamente segmentado -Concentrado sobre la calle 72 -Ferreterías -Restaurantes -Tiendas de víveres, cacharrerías, y otro productos del hogar

Sector Estación	Establecimientos	Cantidad de actividades según códigos CIU	Características generales
Avenida Cali x Calle 80	476	46	<ul style="list-style-type: none"> -Altamente segmentado -Ferreterías -Restaurantes -Tiendas de víveres, cacharrerías, y otro productos del hogar -Talleres mecánica automotriz
Avenida Cali x Calle 90	231	39	<ul style="list-style-type: none"> -Altamente segmentado -Ferreterías -Restaurantes -Tiendas de víveres, cacharrerías, y otro productos del hogar -Talleres mecánica automotriz
Avenida Cali x Carrera 93	325	38	<ul style="list-style-type: none"> -Altamente segmentado -Ferreterías -Restaurantes -Tiendas de víveres, cacharrerías, y otro productos del hogar -Talleres mecánica automotriz
ALO x Calle 129	400	38	<ul style="list-style-type: none"> -Altamente segmentado -Ferreterías -Restaurantes -Tiendas de víveres, cacharrerías, y otro productos del hogar -Talleres mecánica automotriz
ALO x Calle 139	592	41	<ul style="list-style-type: none"> -Altamente segmentado -Ferreterías -Restaurantes -Tiendas de víveres, cacharrerías, y otro productos del hogar -Talleres mecánica automotriz
Tr. Suba x Carrera 141 A	358	36	<ul style="list-style-type: none"> -Altamente segmentado -Ferreterías -Restaurantes -Tiendas de víveres, cacharrerías, y otro productos del hogar -Talleres mecánica automotriz

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.6.4.4. Dimensión cultural

Dentro del corredor se evidencia una oferta cultural específica y diferenciada por localidad. En sectores principalmente de la localidad de Chapinero donde se encuentra la zona G hay una gran variedad de sitios en torno al entretenimiento,

la cultura, el arte orientados a la recepción de ciudadanos con distintas capacidades de consumo. Estos sitios ofrecen experiencias culturales de referentes locales, regionales e internacionales. En general la localidad de Chapinero es reconocida por ser un territorio especial para la comunidad LGTBIQ, se presenta una amplia oferta de escenarios para el desarrollo de actividades culturales incluyentes con las diversas identidades de género. Sobre el corredor de la localidad del Chapinero se evidencia constantemente programaciones culturales lideradas por el sector distrital, pero también el sector académico, principalmente por la Universidad Pedagógica Nacional y sectores privados que agendan eventos específicos alrededor de temáticas de la cultura, la educación inclusiva, el diseño, la moda, la gastronomía, entre otros.

A pocas cuadras de la UPZ Chicó Lago se encuentra el barrio San Felipe de la localidad de Barrios Unidos. El barrio está ubicado a pocas cuadras de la Estación 1 de la L2MB y en la última década ha sido un lugar de tendencia en términos culturales. Sus parques como el parque La Araña, plazoletas y casas han sido transformadas con el paso del tiempo a tal punto que ahora es considerado el barrio San Felipe como Distrito de Arte de la capital.

El corredor de la calle 72 que comprende la estación 1 hasta la 5, se caracteriza por una amplia oferta económica que incluye actividades culturales. Por ejemplo, se observa la presencia de plazas de mercado, en especial la Plaza de Mercado del 12 de Octubre, la Plaza de Mercado de Las Ferias y la Plaza de mercado del 7 de Agosto. Las plazas de mercado han constituido una oportunidad para conservar las relaciones con el mercado interno, especialmente en la región central del país que agrupa los departamentos del Tolima, Huila, Meta, Cundinamarca, Boyacá. Alrededor de las plazas de mercado se teje una conciencia ciudadana sobre la diversidad, el medio ambiente y el patrimonio cultural inmaterial de la gastronomía criolla.

Alrededor de los tres humedales que se encuentran en el área de influencia indirecta del proyecto; Humedal Santa María de Los Lagos, Humedal Juan Amarillo y Humedal La Conejera, se han desarrollado acciones a nivel cultural desde el ámbito institucional y comunitario. Desde espacios de formación artística, programas de sensibilización medio ambiental, hasta celebraciones de festividades como la conmemoración de los años de la ciudad de Bogotá, los humedales siempre han sido escenarios de apropiación cultural.

De manera general, en el Área de Influencia Directa del Proyecto se identifica un anhelo por retomar acciones comunitarias y establecer los vínculos entre vecinos. Algunos de los habitantes que participaron de los talleres de caracterización, fueron cofundadores de los barrios. Estas personas rememoran las primeras acciones como: dividir los lotes, labrar los trigales, elevar muros de las futuras viviendas o las casas de función pública como juntas de acción comunal, escuelas, iglesias, plazas de mercado. Resalta la organización de eventos vecinales como bazares, respaldados principalmente por instituciones religiosas como la iglesia católica, para la recolección de fondos para la obtención de recursos, materiales de construcción y adecuación de espacios de carácter público. Estas acciones reflejan el sentido de pertenencia, solidaridad y cohesión social de personas que pese a la ausencia de recursos, principalmente en Engativá y Suba, contribuyeron a construir una comunidad organizada.

Como lo manifestaron varios de los participantes, estas acciones implican procesos de resistencia expresados mediante protestas, cerramientos a terrenos, jornadas de trabajo que, en algunos casos conllevan a actos de violencia. El desarrollo de eventos como bazares, festivales, así como también el acto de encerrar un lote o construir una edificación, es una acción equiparable a una práctica cultural porque denota experiencias, vivencias compartidas.

Finalmente, en cuanto a los sitios de importancia cultural, se identifican los siguientes:

Estación 1

Estatua San Francisco de Asís

Iglesia La Porciúncula

Parque La Estación

Parque Los Alcázares

Plaza de Mercado 7 de Agosto

Estación 2

Plaza de Mercado 12 de Octubre
Parroquia San Fernando Rey

Estación 4 y 5

Iglesia Nueva Apostólica
Parroquia de San Juan de Mata
Plaza de Mercado Las Ferias
Humedal Santa María de Los Lagos
Parroquia Nuestra Señora de la Concepción
Parque la Almeria

Estación 7

Parroquia El Santísimo Redentor
Parque La Serena
Parroquia Nuestra Señora del Perpetuo Socorro
Plaza de Mercado Quirigua

Estación 11

Parque Fontanar Del Rio
Humedal La Conejera
Iglesio San Dionicio

0.6.4.5. Dimensión político-organizativa

Las cuatro localidades que se encuentran en el área del desarrollo del proyecto, al formar parte integral del Distrito Capital, cuentan con la presencia de las secretarías y entidades del orden Distrital, que brindan atención a la ciudadanía en los distintos aspectos relacionados con las diferentes problemáticas que se presentan en la localidad.

En ese sentido, Bogotá, como Distrito Capital, es una división territorial de primer orden, cuya estructura administrativa comprende: Sector central conformado por el despacho del Alcalde Mayor, las secretarías y los departamentos administrativos. Las secretarías Distritales (General, Gobierno, Hacienda, Planeación, Desarrollo económico, Educación, Salud, Integración social, Cultura, Recreación y deporte, Ambiental, Movilidad y Hábitat). El Concejo Distrital, que posee atribuciones legislativas y es el encargado de ejercer el control político en la administración distrital, el cual se encuentra compuesto por 45 concejales que representan a las veinte localidades.

Además de la estructura administrativa del distrito, a nivel del área de influencia indirecta (AII), hacen presencia diferentes instituciones distritales, organizaciones comunitarias e instancias de participación. De acuerdo al sondeo realizado por el IDPAC en el año 2018 con respecto a los mecanismos de participación local que rigen en el Distrito Capital, se observó que el 21,9% de la población consultada en Barrios Unidos pertenece a una organización o colectivo

social, comunitario o comunal, frente a 24,69% de Chapinero, 15,04 de Engativá y 30,67% en Suba. De estos porcentajes, es preciso considerar temáticas que se han fortalecido actualmente, como el ambiental, industrial y cultural.

Una entidad representativa en la localidad de Suba es el Cabildo Indígena de Suba, cuyos miembros se reconocen como habitantes ancestrales del territorio de Bogotá. En su esquema organizacional, la autoridad indígena está conformada por un Gobernador, Vicegobernador, un Alcalde Mayor, un Alcalde Menor, Alguaciles, Tesorero, Secretario y Fiscal, además de los consejos, que son estructuras dentro del cabildo que buscan guiar, aconsejar y enseñar a los comuneros Indígenas en los diferentes ramos culturales propios, y que actualmente se dividen en cinco consejos: Consejo de mayores, Consejo de Mujeres, Consejo de jóvenes, Consejo de Salud y Consejo de Educación.

A su vez, se considera de especial relevancia en las localidades de Engativá y Suba es la Red de Humedales y, que tiene su génesis en Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental, enfocado a la Conservación de los Humedales de Bogotá, con el fin de compartir información relacionada a los humedales de la ciudad, su situación, bienes, servicios ambientales, amenazas y problemáticas.

En consideración con la relación de las comunidades de estas cuatro localidades del AI con respecto a la participación ciudadana y la experiencia obtenida en el desarrollo de los diferentes espacios para su desarrollo, se presentan a continuación las diferentes organizaciones sociales y comunitarias con mayor incidencia en el AI a partir de sus estrategias de relacionamiento y divulgación.

Tabla 19. Entidades oficiales y organizaciones con presencia en el AID

Entidades Distritales	Entidad Eje	Organizaciones
Alcaldías menores (Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba) Alcaldía distrital presente con sus diferentes dependencias y secretarías.	Empresa Metro de Bogotá	Barrios Unidos: JAC de los barrios 11 de Noviembre y Merced del Norte,, Veeduría Ciudadana de Acción Comunal, Veeduría Interbarrial de Barrios Unidos, Organización Guardianes del Humedal Salitre y la Veeduría Nacional de la Participación y Acción Comunal -VENACOM, ASOJUNTAS de Barrios Unidos
JAL Chapinero, JAL BarriosUnidos, JAL Engativá, JAL Suba		Engativá: JAC del barrio Florencia, Almería, Soledad Norte, San Cayetano y La Serena. Se vinculan a la participación entidades ambientales como la Red de Humedales de la Sabana de Bogotá
Contraloría delegada para la participación ciudadana Personería Distrital Veeduría		Suba: Juntas de Acción Comunal de San Cayetano, Rincón, Japón, Corinto -o Lech Walesa-, Bilbao y Lagos de Suba. Otras de las entidades presentes identificadas fueron la Comisión de Movilidad de Suba, la Red Conejera - CAL - CPL,

Entidades Distritales	Entidad Eje	Organizaciones
		la Veeduría ciudadana de Suba Caminos de Esperanza y Fontanar, y la Huerta Comunitaria de Fontanar

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.6.4.6. Componente arqueológico

La información de este apartado se retoma del Diagnóstico Arqueológico que hace parte del Programa de Arqueología Preventiva del proyecto. En este documento, se señala que la zona urbana de Bogotá ha sido un espacio ocupado desde hace varios miles de años, por lo tanto encontramos en la Sabana de Bogotá, desde asentamientos precerámicos, aunque no se tienen registros directos de éstos en la zona urbana, hasta las ocupaciones republicanas y modernas.

Para los periodos Herrera y Muisca se ubicaron diferentes sitios en diversas áreas de la ciudad de Bogotá, los cuales nos han ayudado a comprender el periodo prehispánico, que se desarrolló entre los siglos VIII y XVI. Sitios como Las Delicias, Candelaria la Nueva o Portoalegre nos atestiguan el uso del espacio correspondiente al actual centro de la ciudad. Para las periferias existen otros asentamientos cerca del río Tunjuelito, en Soacha, o Fontibón (Boada A., 2000); (Boada, 2001); (Boada, 2006); (Bonilla, 2004); (Botiva, 1988); (Broadbent, 1974); (Cifuentes, & Moreno, 1987) (Enciso, 1989); (Enciso, 1990); (Enciso, 1991); (Enciso B., 1993) (Langebaek et al., 2015).

En la época colonial, en 1539 específicamente, es fundada Santafé de Bogotá delimitándose entre el río San Francisco y San Agustín, al norte y al sur respectivamente, y desde lo que hoy son la carrera 5ª al oriente y la carrera 10ª al poniente. A partir de ese momento el crecimiento de la ciudad fue constante, aunque no muy acelerado. En el siglo XVII se instaura el virreinato en Nueva Granada, teniendo a Santafé de Bogotá como capital, lo que implica que la ciudad tuvo un desarrollo urbano mayor (Hernández M. R. y Carrasco Z. F., 2010); (Martínez, 1973) (Zabala C. S., 2017).

Finalmente, en 1810 se da el primer grito de independencia, su respectiva guerra, la reconquista española y la independencia definitiva en 1819. Durante este periodo la ciudad de Santafé de Bogotá vivió batallas importantes. Una vez se logró la independencia, la ciudad se reordenó a las condiciones que impuso Simón Bolívar (Hernández M. R. y Carrasco Z. F., 2010); (Martínez, 1973) (Zabala C. S., 2017).

Durante la segunda mitad de este siglo comenzó la industrialización y modernización de la ciudad, realizándose importantes obras públicas, como parques, puentes, el tranvía y el ferrocarril, lo cual trajo consigo el crecimiento rápido de la ciudad de Bogotá y la configuración de la misma a como la conocemos en nuestros días (Martínez, 1973). Por esta razón, es necesario indicar que el área de intervención directa en relación con el presente proyecto se encuentra en una zona de construcciones de alto impacto, particularmente hasta la Carrera 119D con calle 129D donde se ubica la Estación 9. Esto quiere decir que gran parte del área se encuentra muy intervenida, aunque esto no quita la probabilidad de hallazgos de material o de contextos arqueológicos en el subsuelo del área.

Ahora, desde la Estación 9 hasta el Patio-Taller se encuentran algunas áreas con menor intervención reciente, en particular el área correspondiente al Patio-Taller. Esta área corresponde a una zona donde se puede esperar hallar camellones y canales prehispánicos.

En lo que respecta a los camellones se han registrado en varias partes del país este sistema de agricultura intensiva, y han sido descritos desde el momento del contacto entre españoles y muisca. Los primeros investigadores en referirse a

la existencia de campos elevados de cultivo prehispánicos en la Sabana de Bogotá fueron Haury y Cubillos en 1.953 quienes mencionan la existencia de terrazas artificiales de cultivo en Chocontá, Tocancipá, Facatativá, Guatavita, Tausa, Zipaquirá, Tunja y Soacha, que habrían sido construidos para controlar la abundancia de agua de la Sabana (Broadbent, 1964; Rodríguez, 2010).

Denevan, en el año de 1.970, observa el uso de camellones por los agricultores en la sabana de Bogotá para mejorar el drenaje y manejar los suelos altamente arcillosos. Sugiere que, debido a los descubrimientos en Suba y La Conejera, la sabana de Bogotá estaba cubierta por campos zanjados, hasta la llegada de los españoles, y estos campos estaban relacionados con la densidad de la población y con los logros culturales del cacicazgo chibcha de la sabana (Denevan, 1970).

Solo a finales de la década de 1.990 se adelanta un trabajo sistemático de reconstrucción de los patrones de asentamiento en la zona de Cota y Suba, que incluyó la reconstrucción por fotografía aérea del sistema de camellones existente en la Sabana de Bogotá, identificando hasta el momento 15.751 hectáreas de campos elevados, con que se demostró que la llanura inundable de la Sabana estuvo habitada y que la construcción de campos elevados de cultivo, así como el control de las aguas, evitaron que los pobladores se vieran reducidos a habitar sólo las laderas de las montañas que circundan la Sabana (Boada, 2006).

Las dataciones realizadas en los camellones pudieron mostrar que este sistema de cultivo se usó durante los periodos de los primeros horticultores (el fechamiento más temprano para los camellones es de 1.324 a. C.), Herrera, Muisca Temprano y Muisca Tardío (Boada, 2006).

Los suelos húmedos de la Sabana, producto de las inundaciones regulares del río Bogotá y un drenaje pobre, debieron ser la condición normal durante el periodo prehispánico. Los límites de desborde fueron usados para entender las condiciones ambientales en las que se construyeron los camellones y la distribución de la población (Boada, 2003). La información arqueológica recogida durante el reconocimiento de la zona de Cota y Suba indica que las terrazas aluviales aledañas al río Bogotá estuvieron densamente pobladas. Gran parte de la población se asentó en el centro de la sabana de Bogotá en la zona de mayor influencia del río y sus afluentes Funza, Cota y Suba (Boada, 2003).

De esta manera, en el área de la L2MB que no presenta altos grados de intervención y en donde se podría esperar reconocer este tipo de estructuras, solo se reconoce el sector del patio-taller como una zona de camellones. Ésta ha sido referida tanto por Boada (2001, 2003, 2006 y 2007) como por Rodríguez (2010 y 2019), sin embargo es importante mencionar que ninguna de las dos ha realizado trabajos de excavación o reconocimiento de campo en el área puntual. No obstante, mediante análisis de fotografías aéreas han establecido que en el área del PT-L2MB hay presencia de camellones. En el año de 1.956, en las fotografías aéreas tomadas por el IGAC se aprecian unos posibles camellones del tipo lineal. Sin embargo, estos desaparecen en el año de 1.967 en donde ya no es posible su observación en las fotos a pesar de que no hay evidencia de crecimiento urbano. Asimismo, es necesario señalar que de acuerdo con la información enviada por el ICANH, el Patio-taller estaría ubicado en una zona de canales y camellones, lo cual confirma lo mostrado por los anteriores investigadores.

0.6.4.7. Población a reasentar

El sujeto afectado por el fenómeno de traslado involuntario de población en la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, corresponde a las Unidades Sociales localizadas en las áreas prediales de intervención del proyecto.

El concepto de unidad social se entiende como “las personas naturales o jurídicas, con vínculos o no de consanguinidad que guardan relación de dependencia legal, física o económica respecto del inmueble requerido para la construcción de

las obras del Sistema de Transporte. Es la unidad básica de medida de los estudios sociales para la adquisición de predios”.

En términos específicos, se distinguen cinco tipos básicos de unidades sociales: i) Unidad Social Hogar (USH); ii) Unidad Social Socioeconómica (USSE); iii) Unidad Social Económica (USE); iv) Unidad Social Económica Rentista (USE rentista) y v) Unidad Social Institucional.

Las Unidades Sociales pueden ser clasificadas, a su vez, por tipos de tenencia. Los tipos de tenencia básicos son: i) propietario; ii) poseedor inscrito; iii) poseedor NO inscrito; iv) arrendatario, v) subarrendatario; vi) usufructuario y vii) tenedor.

El proceso de adquisición predial en el proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB y en consecuencia el impacto de traslado involuntario de población y el Plan de Reasentamiento están relacionados, de manera directa, con el planeamiento y ejecución de las obras superficiales y en particular con las estaciones previstas.

Teniendo en cuenta lo anterior, el impacto de Traslado Involuntario de Población, en el caso del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB se presentará en las áreas específicas pertenecientes a 23 barrios de siete UPZ y tres localidades (Barrios Unidos, Engativá y Suba) de la ciudad de Bogotá.

Los barrios con población a reasentar por el proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB son: Alcazares Norte, Colombia, Concepción Norte, San Felipe, Doce de Octubre, San Fernando Occidental, Bellavista Occidental, La Estrada, Las Ferias, Boyacá, Santa María, La Soledad Norte, Santa Helenita, Tabora, La Granja, Paris Gaitan, La Serena, Los Cerezos, Club de Los Lagartos, Lech Walesa, Rincón de Suba, Aures II y Tibabuyes II.

La cobertura del impacto de traslado involuntario, en términos del elemento afectado y de acuerdo con los resultados del censo adelantado, es de 1 813 Unidades Sociales localizadas en 872 predios.

En estricto sentido, de acuerdo con los resultados del censo realizado para el proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, las Unidades Sociales a trasladar ascienden a 1.497 (632 USH; 131 USSE; 455 USE y 279 USR) sin embargo, se incluyen 207 casos censados “Sin US” y 107 casos “sin información”, pues implica, adelantar durante la ejecución del plan de reasentamiento acciones de gestión, manejo y/o verificación con los titulares de los inmuebles correspondientes.

Es importante indicar que dentro de los criterios de diseño de las obras superficiales del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá y de los procesos de selección y adquisición predial se tuvieron en cuenta los principales conceptos, enfoques y lineamientos de la Banca Multilateral, en particular de los estándares del Banco Mundial, BM y de las normas de desempeño del Banco Interamericano de Desarrollo, BID, referentes a la evitación del impacto de traslado involuntario de población.

De igual modo tuvieron en cuenta los conceptos de la banca multilateral referidos a la consulta significativa de los afectados, la integración del costo de reposición como enfoque para los manejos de compensación y mitigación, seguridad de tenencia, enfoque diferencial y de interseccionalidad, grupos vulnerables y vulnerabilidad.

En correspondencia con los lineamientos de la banca multilateral descritos, 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 un grupo de predios que inicialmente se habían considerado, los cuales en su mayoría 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, esta información se presenta de forma detallada en el documento del Plan de Reasentamiento.

Así mismo, es importante mencionar que los 872 predios finales objeto de adquisición por parte del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB tienen diferentes usos que incluyen el habitacional, comercial, usos industriales, y oferta de servicios, institucional, cuya distribución se describe detalladamente en el documento presenta detalladamente en el documento del Plan de Reasentamiento.

En las áreas específicas de las obras superficiales del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, también se localizan infraestructuras que ofrecen servicios sociales, principalmente de educación, salud, seguridad ciudadana, bienestar social y servicios comunitarios. La infraestructura institucional de seguridad ciudadana corresponde principalmente a dos Centros de Atención Inmediata, CAI, de la Policía Nacional y se destacan también infraestructuras que se constituyen en Lugares Especiales de Alojamiento (LEA) que ofrecen servicios sociales dirigidos a grupos de población vulnerable como adultos mayores, niñas en proceso de restablecimiento de derechos y drogadictos en proceso de rehabilitación (Ver Documento del Plan de Reasentamiento).

Además de las infraestructuras públicas y privadas en algunas de las áreas de intervención del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, se destaca la afectación de zonas tradicionalmente especializadas en la oferta de servicios como la fabricación de muebles (UPZ Doce de Octubre) y talleres de mecánica (Tibabuyes). De igual modo se afectan zonas que exigen medidas de manejo particulares por la presencia de establecimientos comerciales que por sus actividades generan alto impacto en las condiciones de seguridad ciudadana y concentración de población vulnerable en sitios de alojamiento irregular como los llamados pagadiario.

La mayoría de Unidades Sociales afectadas por el impacto de traslado involuntario son arrendatarios del inmueble en el que residen, feente a una proporción un tanto menor de aquellos que se identifican como propietarios.

A pesar que, de acuerdo con los datos del censo de población a reasentar realizado para el proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, los porcentajes correspondientes a indicadores de minusvalía y enfermedades graves son de alguna manera marginales, los jefes de hogar a reasentar presentan porcentajes significativos en indicadores de vulnerabilidad tales como edad avanzada; bajos ingresos mensuales; condición de desnutrición o malnutrición; sin afiliación a pensiones; sin propiedad de la vivienda en la que residen; mujeres jefes de hogar y antigüedad en el lugar de residencia, que presupone un nivel de arraigo alto (Ver Documento del Plan de Reasentamiento).

Para dar respuesta a las situaciones y condiciones de la población a reasentar descritas se plantean en el Plan de Reasentamiento nueve programas en los que incluyen todos los aspectos suficientes y necesarios de información consulta, adquisición y reposición de inmuebles privados y públicos intervenidos por el proyecto y el restablecimiento de condiciones económicas y sociales, con las debidas asesorías y acompañamientos a la población afectada, teniendo en cuenta un enfoque diferencial, de interseccionalidad y de vulnerabilidad para la conveniente atención y manejo social de los casos particulares que lo requieran.

Los programas descritos son los siguientes: i) Programa de información, divulgación y consulta; ii) Programa de atención de peticiones, quejas y reclamos, PQRS; iii) Programa de adquisición de los inmuebles afectados; iv) Programa de reposición de inmuebles; v) Programa de asesoría para la reconstrucción de inmuebles afectados parcialmente; vi) Programa de restablecimiento de condiciones económicas; vii) Programa de restablecimiento de las condiciones sociales; viii) Programa de adquisición abreviada de inmuebles, áreas de los inmuebles e infraestructura pública afectada y ix) Programa de reposición de inmuebles, infraestructura pública y espacios de uso comunitario afectados (Ver Documento del Plan de Reasentamiento).

0.6.4.8. Tendencias del desarrollo

Las tendencias del desarrollo fueron construidas tomando como fuente la información oficial de la Secretaría Distrital de Planeación y el INFORME DE DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE INFLUENCIA URBANA realizado por la UT Movius en el año 2021. El objetivo de este componente fue analizar las tendencias y visiones de futuro que se vincularan con el desarrollo de la Línea 2 del Metro de Bogotá de acuerdo con los diferentes instrumentos de planificación como el Plan de Desarrollo Distrital vigente, Planes Locales de Desarrollo, entre otros que pudieran llegar a articularse al plan de manejo de impactos. De acuerdo con esto, algunos de los proyectos identificados en el AI del proyecto fueron:

- Corredor Verde Carrera Séptima
- Primera Línea del Metro de Bogotá
- Construcción del Intercambiador Vial de la Calle 72 con Av. Caracas
- Ciclo-Alameda Medio Milenio
- TransMilenio Avenida Carrera 68
- Ampliación y extensión de la Av. Ciudad de Cali
- Conexión Regional Canal Salitre y Río Negro

A su vez, se tuvo en cuenta la revisión de las Actuaciones Estratégicas, que son intervenciones urbanas integrales en ámbitos espaciales determinados donde confluyen proyectos o estrategias de intervención para concretar el modelo de ocupación territorial (SDP, 2022). El desarrollo de las Actuaciones Estratégicas implica adelantar procesos específicos de diagnóstico, formulación, y toma de decisiones que deben ser adoptadas formalmente por la administración de la ciudad, para convertirse en intervenciones específicas que conduzcan a detonar la transformación o potenciación de los territorios, para el cumplimiento de esta finalidad y de acuerdo con lo establecido en el artículo 483 de 555 de 2021. Las siguientes actuaciones estratégicas propuestas en el vigente POT se encuentran dentro del área de influencia del proyecto:

- Actuación Estratégica prioritaria CALLE 72
- Actuación Estratégica PIEZA RIONEGRO
- Actuación Estratégica LAS FERIAS
- Actuación Estratégica CIUDADELA EDUCATIVA Y DEL CUIDADO

Además de esto, se revisaron las licencias urbanísticas de proyectos aprobados en el área de influencia directa, así como Planes maestros, Planes zonales, entre otros relativos al POT y se consideraron los lineamientos urbanísticos a seguir, dentro de los cuales están:

- Vías del corredor Metro. Perfiles a nivel de esquema básico.
- Tramos típicos de espacio público: Ejemplos de andenes, separadores, ciclorutas y calzadas.
- Lineamientos para intersecciones viales: Especificaciones de cruces seguros para tráfico mixto, transporte público, bicicletas y peatones.
- Lineamientos para el diseño y el posicionamiento del mobiliario urbano.

0.7. ZONAS LEGALMENTE PROTEGIDAS Y RECONOCIDAS INTERNACIONALMENTE



De acuerdo con el Estándar Ambiental y Social 6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos del Banco Mundial¹¹ y la Norma de Desempeño Ambiental y Social 6 Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de Recursos Naturales Vivos del BID¹² se señala que:

Quando 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 características, 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. (Banco Mundial, 2016, p. 70-71).

Al respecto, en el área de estudio se encuentran tres áreas reconocidas internacionalmente, las cuales corresponden en primer lugar, a dos sitios Ramsar que conforman el Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, pertenecientes al humedal Juan Amarillo o Tibabuyes y al humedal La Conejera, los cuales no son intervenidos de forma directa por las obras constructivas del L2MB. En segundo lugar, y como parte del Área Importante para la Conservación de las aves de Colombia y del Mundo - AICAS, se encuentra el AICA Humedales de la Sabana de Bogotá.

El desarrollo detallado de la información de humedales se presenta a lo largo del EIAS y en el Anexo 5.3 - 3.1- Mapa mental de la ubicación de información de interés sobre humedales en el presente EIAS se detalla su ubicación. Adicionalmente, se presentará de forma explícita en el “Plan de acción de biodiversidad”.

0.7.1. Sitios Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá

El complejo de humedales del Distrito Capital de Bogotá está conformado por 11 Parques Ecológicos Distritales de Humedal (PEDH), hoy en día denominados Reservas Distritales de Humedal bajo el POT de Bogotá del 2021, los cuales se encuentran totalmente inmersos en una matriz urbana de 8.181.074 habitantes, varían en tamaño y poseen cada uno de ellos unas condiciones ecológicas particulares. Constituyen el sistema hídrico del Distrito Capital, como principal conector ecológico del territorio urbano y rural, haciendo parte de la cuenca del río Bogotá, y un área de influencia de 10.338 hectáreas.

De acuerdo con la regionalización biogeográfica, el complejo de humedales del Distrito Capital se ubica en el norte de la Cordillera Oriental donde está presente el ecosistema específico del Helobioma del orobioma andino de la Cordillera Oriental, el cual se caracteriza por tener vegetación de pantano (humedales), asociados principalmente a cuerpos de agua con menos de seis metros de profundidad, o están aislados ocupando una depresión donde reciben aguas lluvias o inundaciones. El complejo de humedales Bogotá, se encuentra en el orobioma medio de los Andes, definido por la presencia de terrenos montañosos que generan cambios en el régimen hídrico y presentan una vegetación asociada al incremento en altitud y disminución de temperatura; teniendo así elementos de la vegetación de mayor porte en las zonas de menor altitud y con mayor temperatura ¹³.

¹¹ Marco Ambiental y Social del Banco Mundial, Banco Mundial, Washington, DC. Licencia: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO. 2016.

¹² BID. Marco de política ambiental y social. Septiembre, 2020.

¹³ Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH. Recopilación, análisis, procesamiento y elaboración de la información espacial requerida en el marco del convenio 12-222 y definir los nodos biogeográficos de restauración a escala 1:100.000 a nivel nacional. 2012.

Originalmente, la Sabana de Bogotá estaba cubierta por una parte de bosque de la planicie muy semejante y relacionada con el bosque Andino. La vegetación y la flora asociada conformó tipos especiales en el antiguo lago que cubrió la Sabana de Bogotá, debido a la influencia de elementos geográficos provenientes de los hemisferios Norte y Sur ¹⁴. La vegetación de los humedales es fundamental para mantener interacciones bióticas, especialmente para la avifauna, ya que son zonas de alimento, anidación, refugio y descanso.

Este complejo cumple una función esencial desde el punto de vista ecológico al permitir la conectividad entre elementos muy importantes a nivel regional como la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá y el área de Manejo Especial del Río Bogotá al atravesar la ciudad de oriente a occidente y proveer de refugio y hábitat a especies de aves, mamíferos, herpetos, entre otros. Adicionalmente, este complejo de Humedales actúa como regulador hídrico de los ríos de la sabana de Bogotá en temporada de lluvias, controlando las inundaciones, y en época seca conservando el nivel freático de los suelos¹⁵.

Para la declaratoria de este complejo como sitios Ramsar se encuentran los reportes de las especies de fauna y flora nativa, endémicas y de importancia ecológica, y en especial de la avifauna, en donde se registraron 196 especies de aves, entre ellas 65 especies migratorias, este último dato comparable con los reportes de la composición de aves migratorias de las áreas SINAP en Colombia.

Nueve especies de plantas cuya presencia está relacionada con la importancia internacional del complejo de humedales (Tabla 20), son remanentes de la diversidad biológica original que se encontraba en la Sabana.

Tabla 20. Especies de vegetación relacionadas con la importancia internacional del complejo de humedales

Nombre científico	Nombre común	Lista roja de la UICN
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	CR
<i>Calceolaria bogotensis</i>	Silbato	EN
<i>Cordia lanata</i>	Gomo	-
<i>Fontinalis bogotensis</i>	-	CR
<i>Juglans neotropica</i>	Nogal	EN
<i>Prunus serotina capuli</i>	Cerezo	-
<i>Senecio carbonellii</i>	Margarita de pantano	CR
<i>Symplocos theiformis</i>	Té de Bogotá	-
<i>Viburnum toronis</i>	Chucua	-

¹⁴ RANGEL, CH.O. 2003. El Antiguo Lago de la Sabana de Bogotá, su vegetación y flora en el tiempo. En: Empresa Acueducto y Alcantarillado de Bogotá & Conservación Internacional Colombia (Eds.) Los Humedales de Bogotá y la Sabana. Acueducto de Bogotá. Bogotá, D.C. p.53-70.

¹⁵ Ramsar. Servicio de información sobre sitios Ramsar. En <https://rsis.ramsar.org/es/about>

Nombre científico	Nombre común	Lista roja de la UICN
CR: En peligro crítico EN: En peligro		

Fuente: Rangel, O. 2003 y FIR Ramsar. 2019

Los humedales Juan Amarillo y La Conejera hacen parte de este complejo de humedales del Distrito Capital y sitios Ramsar, y con respecto al proyecto L2MB, el cruce del corredor férreo en el humedal Juan Amarillo se realiza en el brazo nororiental del humedal de manera subterránea, sin intervenir áreas superficiales de este ecosistema. Con respecto al humedal La Conejera, el patio taller previsto se localiza adyacente a este, sin intervenir los límites establecidos legalmente por la autoridad ambiental. En la Figura 41 se visualiza la localización de los sitios Ramsar humedales Juan Amarillo y La Conejera con respecto a las obras superficiales y subterráneas de L2MB. En relación con la información de los humedales mencionados, se presenta un mapa mental de ubicación de la información en el Anexo 5.3 - 3.1 Mapa mental de la ubicación de información de interés sobre humedales en el presente EIAS.

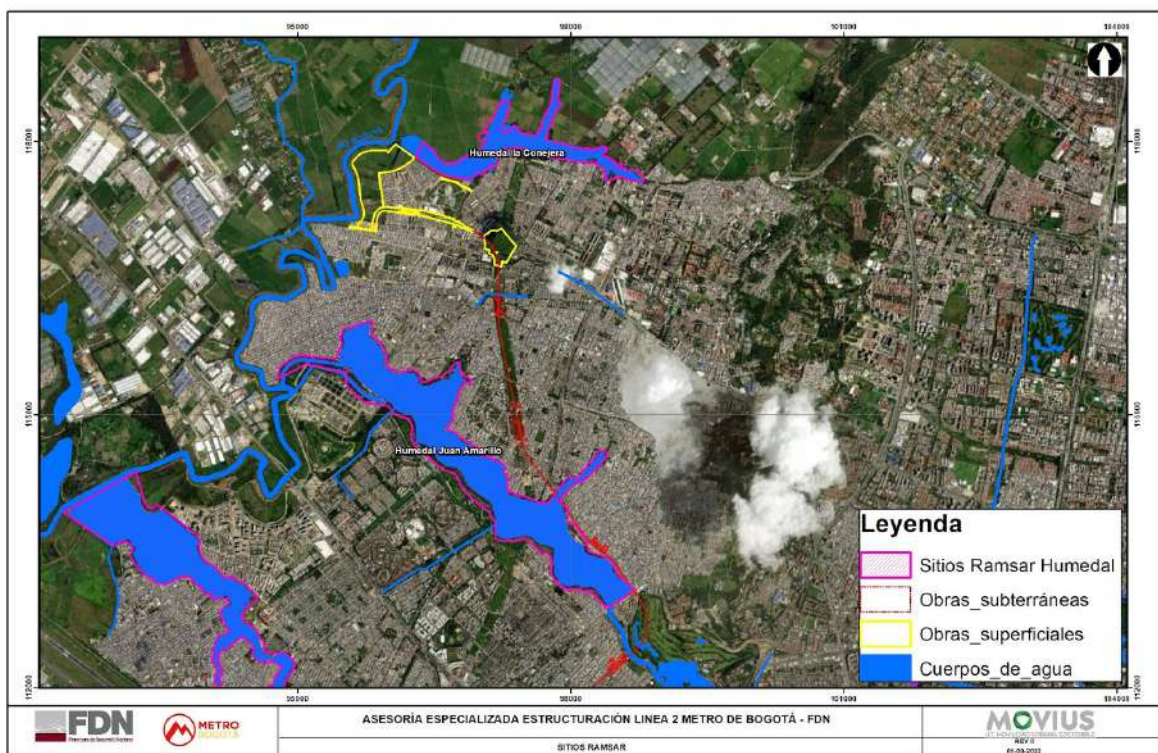


Figura 41. Localización de los sitios Ramsar Humedales Juan Amarillo y La Conejera con respecto al proyecto L2MB
Fuente: UT MOVIOUS 2022.

0.7.1.1. Análisis de la biodiversidad asociada a los humedales

La recopilación de información, el análisis a partir de muestreos y la caracterización con base en estudios biológicos realizados a los humedales, hacen parte del análisis de la diversidad biológica que justificaron la declaratoria del complejo de humedales del Distrito Capital de Bogotá como sitio Ramsar.

Los humedales urbanos son el hábitat de tres especies endémicas del altiplano cundiboyacense: *Rallus semiplumbeus*, *Cistothorus apolinari* y *Synallaxis subpudica*. En los humedales de Bogotá, habitan también tres subespecies endémicas al altiplano cundiboyacense: *Porphyriops melanops bogotensis* y *Chrysomus icterocephalus bogotensis* y una subespecie endémica para Colombia, *Fulica americana columbiana*. Las especies *Conirostrum rufum*, *Forpus conspicillatus*, *Gallinago nobilis*, *Ramphocelus dimidiatus* y *Spinus spinescens* son casi endémicas, una de ellas con grado de amenaza a nivel internacional (*Gallinago nobilis*).

En cuanto a herpetofauna en los humedales urbanos ocurren dos especies endémicas al altiplano cundiboyacense: *Dendropsophus molitor* y *Atractus crassicaudatus*, las cuales tienen gran flexibilidad de adaptación a diferentes hábitats, y en la mayoría de los casos se encuentra en áreas con impacto antrópico, lo que las hace especies ideales para estudios de cambio climático. Por último, en mamíferos se registran 12 especies de mamíferos, los cuales juegan un papel ecológico ya sea como consumidores, depredadores, dispersores de semillas y/o polinizadores en la red de humedales urbanos de Bogotá.

La ictiofauna en el Complejo de Humedales del Distrito Capital es escasa. Se encontró que en los humedales muestreados no se evidencia presencia del pez Capitán de la Sabana. Sin embargo, se reportó la guapucha (*Grundulus bogotensis*) en el humedal La Conejera. La guapucha es un pez endémico del altiplano Cundiboyacense.

Los Planes de Manejo Ambiental de los humedales Juan Amarillo y La Conejera, como parte del componente ecológico, identifican las especies vegetales existentes, las comunidades faunísticas y el análisis de la oferta de hábitats. Igualmente, mediante los análisis de parámetros físicos, químicos, biológicos y bacteriológicos del humedal, establecen la composición y estructura de los componentes hidrobiológicos y los respectivos análisis limnológicos, en donde evalúan las variaciones temporales y espaciales en las comunidades y su diversidad.

En el desarrollo del presente EIAS se evaluó información secundaria de los humedales y se realizaron muestreos de vegetación, flora en veda, fauna y de comunidades hidrobiológicas, esta últimas muestreadas simultáneamente a la toma de parámetros físico químicos de calidad del agua en los humedales Juan Amarillo y La Conejera.

En la línea base establecida para la caracterización de la vegetación, flora en veda, fauna y las comunidades hidrobiológicas mediante la aplicación de índices de diversidad Alfa se evalúa la biodiversidad en estos dos ecosistemas de humedal.

0.7.1.2. Declaratoria Sitios Ramsar

RAMSAR es una convención internacional relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas, que fue aprobada por Colombia a través de la Ley 357 de 1997.

El entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante la Resolución 157 de 12 de febrero de 2004 reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, desarrollando aspectos referidos a los mismos en relación con la aplicación de la Convención Ramsar.

De acuerdo con el artículo 2.1 de la Convención de Ramsar, se establece:

“Cada Parte Contratante designará humedales idóneos de su territorio para ser incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional, en adelante llamada “la Lista” [...] Los límites de cada humedal deberán describirse de manera precisa y también trazarse en un mapa, y podrán comprender sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal [...]”. ¹⁶(Organización Ramsar, 2014)

En el caso del complejo de humedales del Distrito Capital de Bogotá, la SDA y el MADS compilaron y emitieron los datos oficiales a partir del Formulario de la FIR, en donde se registró la información sobre la localización; la definición de los límites del área; la biogeografía; la importancia de acuerdo con los criterios Ramsar y su justificación; las comunidades ecológicas, especies vegetales y animales cuya presencia está relacionada con la importancia internacional del sitio; los componentes físicos, los componentes biológicos y la descripción de las características ecológicas; los servicios de los ecosistemas; y el estado de la conservación y manejo de los humedales. Los datos compilados del complejo de humedales del Distrito Capital de Bogotá que sustentan la Ficha Informativa Ramsar - FIR comprenden los años entre el 2001 y el 2018 con número 2404, ficha publicada el 17 diciembre de 2019 ¹⁷.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS mediante el Decreto 1468 del 6 de agosto de 2018, adiciona una sección al Decreto 1076 de 2015 “ Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”, con el fin de designar al Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá para ser incluido en la lista de Humedales de Importancia Internacional Ramsar, conformado por once humedales que en su conjunto cuentan con un área de 667,38 hectáreas aproximadamente, y entre los cuales se encuentra el Humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes y el Humedal La Conejera.

De acuerdo con lo anterior, el manejo y gestión del complejo de humedales y debido a su importancia internacional, se regirá de acuerdo con los lineamientos y directrices emanados por la convención de Ramsar, así como por la normativa en materia ambiental en cabeza del MADS, y las directrices y lineamientos que el Distrito capital emita para el manejo de estos ecosistemas estratégicos.

Hasta cuando la autoridad ambiental expida el Plan de Manejo Ambiental del Complejo de Humedales Urbanos de Bogotá, los planes de manejo ambiental de cada uno de los humedales que conforman este complejo, se encuentran vigentes para su aplicación. En este sentido y conforme el Decreto 1468 de 2018, se expedirá un Plan de Manejo para el Complejo de Humedales Urbanos de Bogotá el cual incluirá el régimen de usos y zonificación respectivo, tomando como base los planes de manejo actuales de cada humedal.

Las restricciones de uso y aprovechamiento que se derivan para un humedal por el hecho de haber sido incluido en la Lista Ramsar serán las que se deriven de la categoría de manejo o protección que en cada caso se establezca para estos ecosistemas. En su defecto, la que se defina en el plan de manejo ambiental que se adopte.

0.7.1.3. Normativa en Colombia sitios Ramsar

La aprobación de la Convención RAMSAR genera para el país unos compromisos específicos, relacionados con la designación de humedales dentro de su territorio nacional que puedan ser incluidos en la Lista de Humedales de

¹⁶ ORGANIZACIÓN RAMSAR. Designación de sitios Ramsar. The Ramsar Convention Secretariat ES. Switzerland. 2014.

¹⁷ RAMSAR. Colombia. Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá. FIR para el Sitio núm. 2404, Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, Colombia. FIR creada por SISR V.1.6 - 17 diciembre 2019. En <https://rsis.ramsar.org/rs/2404>

Importancia Internacional que la misma convención establece. A partir de lo anterior, surge una obligación que no se precisa en el sentido de elaborar y aplicar su planificación de forma que favorezca la conservación de los humedales incluidos en la Lista y en la medida de lo posible el uso racional de los humedales de su territorio.

En consecuencia, de la Convención en sí misma no se deriva un régimen de uso o una categoría de protección específica para los humedales que se incluyan en la lista. Corresponde a cada país, en el marco de su soberanía, adoptar las medidas que estime necesarias para efectos de la planificación y conservación de estos mismos humedales.

Para el caso de Colombia, las normas han previsto los siguientes efectos en relación con los humedales incluidos en la lista Ramsar:

- La Ley 1450 de 2011, restringió en el párrafo segundo del artículo 202, el desarrollo de actividades agropecuarias, de exploración de alto impacto y explotación de hidrocarburos y minerales. Esta disposición fue retomada por el artículo 172 de la Ley 1753 de 2015.
- El artículo 2.2.2.1.3.7 del Decreto 1076 de 2015, incorpora una disposición del Decreto 2372 de 2010 en el que se precisa que los Sitios Ramsar no son categorías de manejo de áreas protegidas, sino estrategias complementarias para la conservación de la diversidad biológica. Agrega que las autoridades encargadas de la designación de áreas protegidas deberán priorizar estos sitios atendiendo a la importancia internacional reconocida con la distinción, con el fin de adelantar acciones de conservación que podrán incluir su designación bajo alguna de las categorías de manejo previstas en el presente decreto.
- El artículo 2.2.2.3.2.4 del Decreto 1076 de 2015, incorpora una disposición del Decreto 2041 de 2014 sobre licenciamiento ambiental, precisando que cuando en el marco de una licencia ambiental se pretendan intervenir sitios RAMSAR, la autoridad ambiental competente deberá solicitar concepto previo al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, sobre la conservación y el uso sostenible de dichos ecosistemas. Es de señalar que el proyecto L2MB y de acuerdo con la normativa ambiental del país no requiere de licencia ambiental.
- A través de la Resolución 157 de 2004, el Ministerio de Ambiente reglamenta el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y desarrolla aspectos referidos a los mismos en aplicación de la Convención Ramsar. En su artículo 14 prevé esta resolución que el manejo y régimen de usos de los humedales declarados como de importancia internacional, se regirá de acuerdo con los lineamientos de la Convención Ramsar y los previstos por la normatividad nacional vigente para la categoría o figura de manejo o protección ambiental que le asigne o bajo la cual la declare la autoridad ambiental competente.
- El mismo Ministerio a través de la Resolución 196 de 2006, adoptó la Guía para la formulación, complementación o actualización de planes de manejo para humedales de importancia internacional y otros humedales.

En consecuencia, las restricciones de uso y aprovechamiento que se derivan para un humedal por el hecho de haber sido incluido en la Lista RAMSAR serán las que se deriven de la categoría de manejo o protección que en cada caso se establezca para estos ecosistemas. En su defecto, la que se defina en el plan de manejo ambiental que se adopte.

Para el caso de los humedales de Bogotá, no existe una categoría específica de protección declarada. Existen sí unos planes de manejo que son los llamados a definir las acciones de conservación específicas y las restricciones en materia de uso y aprovechamiento.

De acuerdo con lo expresado en la Resolución, corresponde a la autoridad ambiental competente expedir y dar cumplimiento a un nuevo Plan de Manejo Ambiental del Complejo de Humedales Urbanos de Bogotá, tomando como base los planes de manejo ambiental ya existentes de los Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá.

0.7.1.4. Planes de manejo ambiental de los humedales

0.7.1.4.1. Humedal Juan Amarillo o Tibabuyes

El humedal Juan Amarillo (nombre colonial) o Tibabuyes (tierra de labradores en lengua nativa); se encuentra ubicado en las localidades de Suba (hacia el norte) y Engativá (hacia el sur). Es considerado el humedal más extenso del Distrito Capital y su tamaño y posición geográfica, favorecen la conectividad con los humedales La Conejera, Jaboque y La Florida a través del río Bogotá, y con el Humedal Córdoba a través del río Juan Amarillo. Alberga una amplia diversidad de árboles nativos y foráneos los cuales brindan refugio y alimento a diversas especies de aves nativas, residentes y migratorias que frecuentan el ecosistema.

Mediante la Resolución 033 de 1991 de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, se acota el Humedal Juan Amarillo y el Acuerdo 19 de 1994 del Concejo de Bogotá lo define, conjuntamente con otros humedales del Distrito Capital, como Reserva Ambiental Natural de Interés Público y Patrimonio Ecológico. Este humedal forma parte del sistema hídrico del primer nivel de zonificación del borde occidental de la ciudad según lo establece el Acuerdo 26 de 1996. Según esta disposición, las zonas de ronda hidráulica y de manejo y preservación, sólo podrán utilizarse para uso forestal. Mediante el Acuerdo 35 de 1999, se redefinieron la zona de ronda y la zona de manejo y preservación ambiental de este humedal, con lo cual la superficie total protegida, alcanza una extensión de 222.76 ha.¹⁸

El Plan de Manejo Ambiental del humedal Juan Amarillo o Tibabuyes fue aprobado mediante la Resolución 3887 de 2010 de la Secretaría Distrital de Ambiente. En la Tabla 21 se sintetizan los usos de acuerdo con las Zonas de Manejo establecidas para este ecosistema.

Tabla 21. Zonificación de manejo y usos del humedal Juan Amarillo o Tibabuyes.

Zona de manejo		Usos principales	Usos compatibles	Usos prohibidos
Zona de Amortiguación		Atenuar perturbaciones causadas por actividades humanas y contribuir a mejorar las funciones y valores del área protegida.	Los establecidos en la norma para estas áreas ubicadas por fuera del límite legal del humedal	Los establecidos en la norma para estas áreas ubicadas por fuera del límite legal del humedal
Zona armonizadora	Zona armonizadora extensiva del valor	Favorecer el mantenimiento de		

¹⁸ CONSERVACIÓN INTERNACIONAL COLOMBIA - EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. Plan de Manejo Ambiental humedal Juan Amarillo. Producto No 7. Convenio de Cooperación Tecnológica Acueducto de Bogotá - Conservación Internacional - Colombia No. 9-07-24100-658-2005. Marzo de 2010.

Zona de manejo		Usos principales	Usos compatibles	Usos prohibidos
	del ecosistema	los valores ecosistémicos del humedal		
	Zona armonizadora para la integración del humedal con la ciudad	Contribuir a la integración del humedal con el entorno urbano	Los establecidos en la norma para estas áreas ubicadas por fuera del límite legal del humedal pero que contribuyan a la integración del humedal con el entorno urbano	
Zona de manejo Transitorio		Ejecución de acciones de manejo prioritario con el fin de que se integren a las unidades zonales de recuperación asistida	-Forestal Protector -Recreación Pasiva -Ecoturismo -Educación Ambiental -Aula ambiental, -senderos e infraestructura ligada al manejo del humedal. -Actividades de reconformación hidro geomorfológicas.	Introducción o trasplante de especies invasoras, urbanizaciones, lugares de asentamiento humano permanentes o temporales, industrias, utilización del agua para labores de riego, quemas, disposición inadecuada de residuos sólidos, pastoreo vacuno y equino, actividades agrícolas, recreación activa, rellenos, vertimientos, drenajes artificiales
Zona de Recuperación ecológica		-Obras de bajo impacto ambiental para la recuperación ecológica. -Monitoreo Ambiental		
Zona de Recuperación asistida		Actividades que generen proceso de sucesión progresiva y recomposición de las funciones, productos y atributos del ecosistema		
Zona Terrestre Consolidada		Educación ambiental		
Zona de rehabilitación ecológica		Restablecer elementos ecológicos y/o servicios ambientales importantes	Actividades compatibles con el régimen de usos (decreto 190 de 2004)	

Fuente: Conservación Internacional, EAAB. Plan de Manejo Ambiental humedal Juan Amarillo. (2010).

En la Figura 42 se visualizan las zonas del Plan de Manejo del humedal Juan Amarillo y aquellas que son cruzadas de forma subterránea por el túnel proyectado para la movilización de los vagones del metro, las cuales corresponden a la Zona amortiguadora, la Zona de recuperación asistida y la Zona de manejo transitorio. Es de señalar sin embargo, que los usos instituidos en el Plan de Manejo Ambiental para estas zonas se establecen para las áreas superficiales del humedal, y por tanto, las obras subterráneas del proyecto se encuentran por fuera del límite legal establecido por la SDA y de la zonificación de manejo y usos del Plan de Manejo Ambiental.

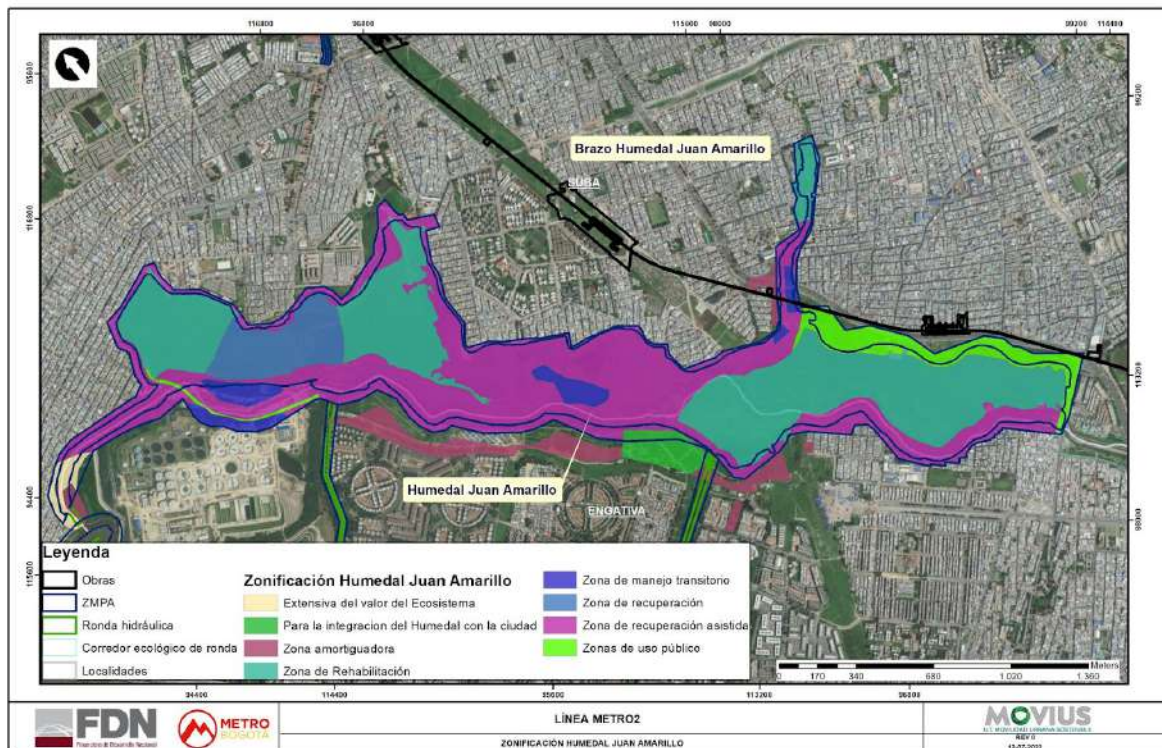


Figura 42. Zonificación del humedal Juan Amarillo y su intersección con el eje del trazado del túnel subterráneo
Fuente: UT MOVIOUS. 2022

0.7.1.4.2. Humedal La Conejera

Es un ecosistema intermedio entre lo acuático y lo terrestre, cuenta con porciones húmedas, semihúmedas y secas. El principal afluente del humedal La Conejera es la Quebrada La Salitrosa, contribuye con la regulación del caudal del río Bogotá, tanto en época de lluvias como en temporadas de estiaje. Está ubicado en la localidad de Suba y pertenece a la cuenca de Torca, de acuerdo con lo previsto en la Resolución N° 250 de 1995 de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB), fue incluido al Área Forestal Protectora (AFP) de franja paralela a la ronda hidráulica o Zona de Manejo y Preservación Ambiental (ZMPA).

El Plan de Manejo para el Humedal La Conejera se elaboró bajo los lineamientos del Manual 8 de Ramsar ¹⁹, los cuales fueron compilados en la Guía Técnica para la formulación de Planes de Manejo emitida por el entonces Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (Resolución 196 de 2006). El Plan de Manejo del Humedal La Conejera fué adoptado por la Resolución SDA N° 0069 de 2015.

Como se señaló anteriormente, el humedal la Conejera no será intervenido por las obras del proyecto L2MB y se encuentra adyacente al sitio previsto para la localización del patio taller sin intervenir las franjas de amortiguación del humedal la Conejera. En la Figura 43 se visualiza la localización del humedal La Conejera con respecto a las obras proyectadas de la L2MB.

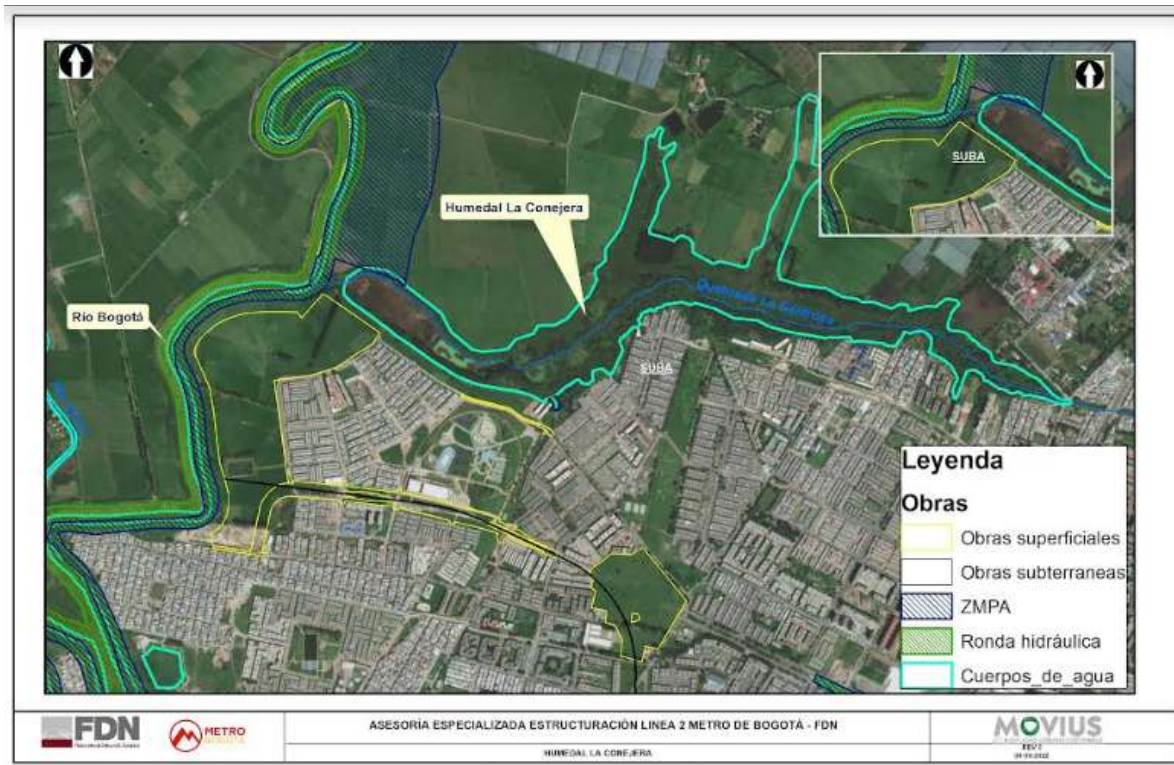


Figura 43. Localización del humedal La Conejera con respecto a las obras del proyecto L2MB
Fuente: UT MOVIOUS. 2022

De acuerdo con el Plan de Manejo Ambiental del Humedal la Conejera, en la se presentan los usos de acuerdo con las zonas establecidas en la zonificación de manejo ambiental del humedal.

¹⁹ RAMSAR. 2004. Manual 8, Manejo de humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza). 2da edición.

Tabla 22. Zonificación de manejo y usos del humedal La Conejera

Zona de Manejo	Usos principales	Usos compatibles	Usos condicionados	Usos prohibidos
Zona de Preservación	Preservación	Actividades de investigación científica de forma controlada y monitoreo ambiental.		Actividades de recreación activa Algunas zonas el paso estará restringido, para procurar las condiciones necesarias para la restauración del ecosistema.
Zona de Recuperación o Restauración	Restauración hidráulica y ecológica	-Recreación pasiva -Actividades de investigación científica y monitoreo, -Actividades de mantenimiento del ecosistema de forma controlada.	Educación ambiental y monitoreo ambiental con paso estará restringido, para procurar las condiciones necesarias para la restauración del ecosistema.	Usos agropecuario, forestal productor, industrial, urbano y suburbano, loteo y construcción de viviendas, minería, disposición de residuos sólidos, tala, quema, caza, pesca y rocería de la vegetación y los dotacionales, así como aquellos que no estén contemplados como usos principales o usos permitidos compatibles.
Zona Amortiguadora	Conservación de la flora y recursos conexos	-Recreación pasiva (incluyendo la contemplativa) -Rehabilitación ecológica -Investigación controlada.	Equipamiento básico para el establecimiento de los usos compatibles	

Fuente: Acueducto de Bogotá-Fundación humedal La Conejera, 2012

El POT del Decreto 555 de 2021 en el artículo 56, estableció el régimen de usos de las Reservas Distritales de Humedal en donde se prohíbe el endurecimiento en las reservas para el desarrollo de los usos principales, compatibles y condicionados. En la Tabla 23 se presenta el régimen de usos de las Reservas Distritales de Humedal establecidos en el POT de Bogotá del 2021.

Tabla 23. Régimen de usos de las Reservas Distritales de Humedal en Bogotá, D.C.

Usos principales	Usos compatibles	Usos condicionados	Usos prohibidos
Conservación Restauración: Restauración de ecosistemas, recuperación de ecosistemas y rehabilitación de ecosistemas.	Conocimiento: Educación ambiental, investigación y monitoreo	Restauración: Medidas estructurales de reducción del riesgo y obras para el mantenimiento, adaptación y recuperación de las funciones ecosistémicas – caudales. Sostenible: Viverismo, ecoturismo y actividad de contemplación, observación y conservación.	Todas las actividades que no se encuentran en los usos principales o condicionados.

Fuente: POT de Bogotá D.C. de 2021, adoptado mediante el Decreto 555 de 2021 de la Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y la SDA en el marco de sus competencias, realizarán en las Reservas Distritales de Humedal los estudios y acciones necesarias para la recuperación hidráulica y sanitaria, la restauración ecológica, así como el mantenimiento de las franjas terrestres y acuáticas, la adquisición predial y los proyectos permitidos de acuerdo con los usos establecidos en los Planes de Manejo Ambiental y en el artículo 56 del POT de Bogotá del 2021, según aplique. De igual manera, todas las intervenciones seguirán las directrices de la autoridad ambiental competente.

0.7.1.5. Mesas de trabajo con entidades distritales y ambientales

Durante el desarrollo de los estudios se adelantaron reuniones con las mesas territoriales de humedales, con las comunidades, y las entidades distritales y ambientales de Bogotá, con el fin de dar a conocer el proyecto L2MB y recibir retroalimentación de información a ser incorporada por parte del proyecto.

En la Mesa Territorial Humedal Juan Amarillo o Tibabuyes celebrada el 13 de julio de 2022, se informó acerca del estudio de reestructuración de la Línea 2 del metro de Bogotá, y se señaló que debido a que el nuevo POT de Bogotá del 2021 había sido suspendido, el tratamiento que se daría a los humedales sería el de Parques Ecológicos Distritales de Humedal - PEDH y en el marco del POT anterior. Se resalta sin embargo, que a la fecha de hoy el POT de Bogotá vigente es el adoptado mediante el Decreto 555 de 29 de diciembre de 2021 de la Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. en donde los humedales se categorizan como Reservas Distritales de Humedal.

En la Mesa Territorial Humedal de La Conejera celebrada el 27 de julio de 2022, se acordó realizar recorrido con funcionarios de la empresa Metro, EAB, IDRD, SDA, entes de control y CAR para la identificación de las obras en terreno de L2MB en el área de Fontanar y el sector previsto del patio taller.

Durante el recorrido por el sector de Fontanar para identificar las áreas de varios proyectos previstos, realizado el 27 de agosto de 2022, se concluyó que ninguno de los dos Proyectos (Parque lineal y L2MB) ingresan al Humedal de la Conejera. Con respecto a la L2MB, la ZMPA del Río Bogotá no será intervenida y sobre el Jarillón no va ninguna estructura que le imprima peso adicional. Igualmente, se adecuará la vía de Fontanar por donde van a transitar los vehículos, y se respetará el área legal del Humedal de acuerdo con la delimitación del nuevo POT de Bogotá, D.C.

En el Anexo 0-4 Actas y soportes mesas con la SDA y Humedales, se encuentran los respectivos documentos de soporte de las reuniones, el recorrido realizado en terreno en el sector de Fontanar en inmediaciones del patio taller y las mesas de trabajo territoriales de los humedales adelantadas.

0.7.1.6. Análisis de alternativas a nivel de prefactibilidad

A partir de 18 alternativas de trazado 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, y posteriormente la definición de 14 alternativas de trazado determinadas para la Fase 2, se adelantaron estudios a nivel de prefactibilidad en donde mediante la metodología desarrollada para la evaluación de la “matriz multicriterio”, y con base en los componentes, criterios e indicadores para determinar la “Alternativa de mejor desempeño”, se obtuvo la alternativa con la mejor calificación de las catorce (14) alternativas estudiadas correspondiendo esta a la alternativa Calle 72 – Avenida Cali, Línea nueva tipología mixta.

En la selección de las alternativas, fueron objeto de análisis, los siguientes:

- Elementos de la Estructura Ecológica Principal - EEP: Área de traslape con los elementos de la EEP (Corredores Ecológicos, Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, Parques Urbanos y Área de Manejo Especial del Río Bogotá)
- Dinámica hídrica e hidráulica de cuerpos de agua: Cruce con cuerpos de agua, que puedan tener afectación en su dinámica hídrica e hidráulica.
- Geomorfología del terreno: Zonas verdes endurecidas (áreas verdes endurecidas).
- Biodiversidad y conectividad ecológica estructural y funcional: Traslape con zonas de importancia en biodiversidad (ecosistemas, corredores ecológicos de biodiversidad, hábitats y arbolado urbano, etc.)
- Ruido urbano: Identificación de receptores sensibles (hospitales, colegios, universidades, hogares geriátricos, bibliotecas, áreas de importancia ambiental, entre otros)

De acuerdo con lo anterior los elementos de la EEP fueron un aspecto fundamental en el análisis de alternativas, entre ellos los humedales que conformaban el Sistema de Áreas Protegidas del Distrito Capital, enmarcados en el anterior POT de Bogotá del Decreto 190 de 22 de junio de 2004.

En el Capítulo 1. Análisis de Alternativas del presente EIAS se presenta en detalle el desarrollo y la evaluación de las alternativas a nivel de prefactibilidad.

0.7.1.7. Optimización del trazado del corredor férreo del metro durante los estudios de factibilidad

Desde el inicio del proyecto y durante el desarrollo de los estudios a nivel de factibilidad, se consultó a las diferentes entidades del Distrito Capital acerca de los resultados del traslape de los polígonos de las áreas iniciales del proyecto con los diferentes elementos de la Estructura Ecológica Principal - EEP, entre ellas los humedales, y al conocer las restricciones de su intervención, el proyecto de L2MB optimizó el trazado y la delimitación de las obras superficiales en cercanía de los diferentes elementos de la EEP con miras a evitar su intervención directa. En el Anexo.5.3-3 se presentan los oficios de respuesta de la autoridad ambiental y las entidades del Distrito Capital de Bogotá con respecto a las consultas de la EEP.

0.7.1.8. Potenciales riesgos e impactos en la EEP y los humedales

Siguiendo los términos de referencia ET05 – Estudio de impacto ambiental y social para la elaboración del presente EIAS, la identificación de los impactos se realiza con base en una identificación de los impactos y riesgos que puedan generarse durante el proyecto en el Área de Influencia Directa - AID, área en donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación; y que está relacionada con las labores en el sitio del proyecto y su infraestructura asociada, y por otro lado con el Área de Influencia Indirecta - AII, lugar en donde trascienden el espacio físico del proyecto y su infraestructura asociada, y se relaciona con la zona externa al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan tales impactos.

De acuerdo con lo anterior, el AID durante la construcción se define a partir de la afectación que se genere sobre los elementos de la EEP con base en los resultados de los análisis hidrológicos, de calidad del agua e hidrogeológicos, además de los componentes bióticos en especial el de la fauna. Los elementos de la EEP y sus respectivas categorías se establecen en el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá de 2021²⁰ y entre estos se encuentran los humedales categorizados como Reservas Distritales de Humedal en el componente de Zonas de conservación y bajo la categoría del Sistema Distrital de Áreas Protegidas.

El AID durante la construcción se define a partir de la afectación que se genere sobre los elementos de la EEP con base en los resultados de los análisis hidrológicos, de calidad del agua e hidrogeológicos, además de los componentes bióticos en especial el de la fauna.

De acuerdo con lo obtenido en los análisis de las repercusiones del proyecto sobre los componentes abióticos y a nivel hidrológico, se encontró que la recarga hídrica de los humedales entre ellos el humedal Juan Amarillo y La Conejera, se realiza por las precipitaciones, más que por recargas por infiltraciones de agua a nivel subsuperficial. Por otro lado, la ausencia de obras en los cruces de los cuerpos de agua por parte del proyecto no genera afectaciones en la ronda hídrica, ni a la faja paralela, ni al área de protección o conservación aferente denominadas así en el nuevo POT de Bogotá²¹, y que corresponden respectivamente al corredor ecológico de ronda, la ronda hidráulica y la Zona de Manejo y Preservación Ambiental - ZMPA de los cuerpos hídricos.

El proyecto L2MB cruza el sistema hídrico de forma subterránea y no de manera superficial, tanto los cuerpos de agua naturales como los cuerpos de agua artificial localizados a lo largo del eje trazado del túnel. De igual forma, el humedal de Juan Amarillo o Tibabuyes, es cruzado por el proyecto en el brazo nororiental del humedal a nivel del subsuelo y a profundidad, por lo que el túnel subterráneo proyectado del L2MB se encuentra por fuera del límite legal establecido por la SDA para la superficie del humedal y la zonificación del Plan de Manejo Ambiental.

A nivel de la hidrogeología subterránea, el AID identificada no afecta elementos de la EEP, y tanto las áreas de influencia y los riesgos potenciales asociados con los flujos de aguas subterráneas se localizan en lugares muy puntuales, en donde las medidas preventivas y mitigatorias establecidas en el túnel subterráneo, como lo son las pantallas perimetrales y las barreras de baja permeabilidad, garantizan en gran medida la no ocurrencia de afectaciones.

²⁰ ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, Plan de Ordenamiento Territorial Bogotá Verdece 2022 - 2035. Proyecto de Acuerdo. Bogotá, Septiembre de 2021.

²¹ COLOMBIA, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Plan de Ordenamiento Territorial Bogotá Verdece 2022 - 2035. Proyecto de Acuerdo. Bogotá, Septiembre de 2021.

Por otro lado, los parques urbanos del nivel estructurante o de proximidad que se encuentran en el AID del proyecto, no están categorizados como elementos de la EEP de acuerdo con el POT de Bogotá del Decreto 555 de 2021.

Es de señalar, que entre los criterios considerados durante el desarrollo de las obras superficiales de ingeniería, se estableció la no intervención de la EEP. Por lo anterior, los elementos de la EEP no son intervenidos en el AID durante la etapa constructiva del proyecto, y tanto estos como los humedales tampoco son afectados directamente durante la operación del proyecto.

El All durante la etapa de construcción se delimita hasta donde trascienden los impactos sobre la EEP y las áreas sensibles como los humedales, a partir de las repercusiones generadas por el proyecto sobre el componente hidrogeológico (Geotecnia subterránea).

A nivel de la hidrogeología subterránea el AID y el All no afectan elementos de la EEP, y al establecerse medidas preventivas y mitigatorias, y el localizarse los riesgos potenciales asociados con flujos de aguas subterráneas en lugares muy puntuales y lejanos de estos componentes bióticos, se garantiza en gran medida la no ocurrencia de afectaciones en la EEP y los ecosistemas lénticos naturales y artificiales presentes.

Sin embargo, a nivel de las afectaciones indirectas del proyecto, el All se delimita hasta donde trascienden los impactos sobre la EEP y las áreas sensibles como los humedales, por las repercusiones generadas por el proyecto principalmente sobre la fauna, componente de importancia de estos ecosistemas.

De esta forma, la delimitación del All de las áreas ecosistémicamente sensibles y de la EEP están dadas por las repercusiones espaciales para el componente de la fauna, en donde algunas especies del grupo de la avifauna son afectadas por la generación del ruido durante construcción, y durante la operación del proyecto, por las alteraciones en el rumbo del vuelo de las aves en cercanías del humedal La Conejera causadas por la operación del viaducto y la movilización de los vagones del metro en este sector.

0.7.1.9. Medidas de mitigación, de seguimiento y control

En el marco del programa de exploraciones desarrollado como parte del presente estudio (el cual incluyó un número importante de perforaciones y ensayos a lo largo del trazado del proyecto), en las estaciones y pozos localizados en cercanías del humedal Juan Amarillo - Tibabuyes se prevé la conformación de barreras de baja permeabilidad de manera que se evite la ocurrencia de flujos de infiltración hacia los frentes de obra que pudieran llegar a generar algún efecto en dicho cuerpo de agua. En las demás estaciones esta medida de mitigación es innecesaria ya que los eventuales abatimientos serían locales y temporales (los niveles se restablecerá una vez se atendiera la deficiencia en la impermeabilización de pantallas) y no generarían ninguna afectación a cuerpos de agua.

Las barreras de baja permeabilidad corresponden básicamente a zanjas profundas (en este caso tendrían una profundidad mayor a 50 m que garantice una franja de protección del cuerpo de agua de por lo menos 50 m) con un espesor del orden de 2 m, las cuales son rellenadas con una mezcla fluida que impida el flujo de agua a través de las mismas; usualmente se utilizan mezclas de suelo - bentonita o de cemento - bentonita, las cuales ofrecen por un lado la fluidez apropiada para su conformación y por otro una conductividad hidráulica muy baja que impide el flujo de agua a través de la zanja.

Las excavaciones a realizar para la conformación del túnel se realizarán usando una máquina TBM bajo la tecnología EPB en la que se balancean las presiones en la parte delantera en la máquina tuneladora y el frente de excavación. Esta tecnología está orientada a evitar la ocurrencia de flujos de infiltración en el frente de excavación. Asimismo, la estructura

lateral o revestimiento del túnel también evita la ocurrencia de infiltraciones hacia el interior del mismo. Dadas estas condiciones, no se esperan procesos de infiltración significativos hacia el túnel ni durante la construcción ni durante la operación; esto aplica tanto a los tramos cercanos al humedal Juan Amarillo (aquellos localizados entre las estaciones 7 y 9) como en los demás tramos de túnel a lo largo de su trazo.

El programa de manejo de obras subterráneas formulado en el presente EIAS, busca implementar un plan de monitoreo de la instrumentación geotécnica y el control de la construcción de las obras subterráneas durante la construcción del túnel, estaciones y pozos.

Este plan de monitoreo controlará el comportamiento durante la excavación del túnel, midiendo las convergencias y divergencias que puedan manifestarse durante el proceso constructivo. De igual forma, se hará seguimiento al comportamiento de las obras, tanto de las pantallas para las estaciones y los pozos (entrada, salida y evacuación y bombeo) y el revestimiento del túnel (dovelas) donde se comprobarán los esfuerzos a los que estarán sometidas por los desplazamientos inducidos por los empujes del terreno.

Los desplazamientos del terreno, se controlarán con la medición de movimientos en el terreno tanto horizontal y vertical, tanto en la superficie del terreno como en profundidad, y los niveles freáticos, se controlarán previo y durante el procedimiento constructivo de las excavaciones. Durante las excavaciones se considera esencial la medición fundamentalmente en sectores con estructuras y/o edificaciones existentes, vías como carreteras y paso de ferrocarriles, y estructuras subterráneas (redes y otros). Los parámetros de medición serán los movimientos horizontales y verticales, giros y seguimiento de grietas y/o fisuras (sean nuevas o existentes).

El Programa de manejo de rondas hídricas, sumideros y cuerpos de aguas superficiales, define las acciones a implementar para cumplir con la normatividad legal vigente establecida por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT de Bogotá), con respecto a la preservación y manejo de las rondas hídricas y cuerpos de agua superficiales que sean potencialmente intervenidos por la ejecución de la L2MB, con el fin de prevenir, minimizar y/o controlar los impactos que se puedan ocasionar sobre las rondas hídricas de los cuerpos de agua presentes en el área de influencia. De igual forma, el seguimiento y monitoreo al manejo de recursos hídricos - cruces en cuerpos de agua, plantea establecer el seguimiento que se aplicará para la evaluación de la eficacia de las medidas propuestas para la prevención de los impactos que pudieran generarse asociados al cambio en la dinámica del flujo de agua superficial en el área de los cruces existentes y posibles cambios fisicoquímicos en la calidad del agua superficial.

0.7.2. AICA Humedales de la Sabana de Bogotá

0.7.2.1. Descripción del sitio

La sabana de Bogotá localizada en la cordillera Oriental colombiana en el departamento de Cundinamarca, antiguamente era una zona húmeda cubierta principalmente por humedales y cuerpos de agua. Sin embargo, se estima que, hacia 1950, el área cubierta por humedales comprendía aproximadamente 50.000 ha, y que actualmente solo persiste cerca del 5% de los humedales presentes en aquella época. La fuerte reducción de estos hábitat es consecuencia del fuerte crecimiento demográfico en la zona, pues allí habita cerca del 20% de la población colombiana.

El AICA Humedales de la Sabana de Bogotá, o IBA (por sus siglas en inglés) se ubica principalmente en torno al río Bogotá y sus afluentes, y está conformada por los siguientes humedales: Torca, Guaymaral, La Conejera, Córdoba, Tibabuyes, Tibanica, Jaboque, La Florida, Capellanía, Gualí, Tres Esquinas, El Cacique, Techo, El Burro, La Vaca, Juan Amarillo, Laguna La Herrera, Neuta, Meridor y Santa María del Lago.

Básicamente, la IBA está localizada en la zona urbana de la ciudad de Bogotá, y hacia el noreste cubre parte de sus alrededores. La IBA está conformada por humedales (60%), matorrales (19%) y potreros (20%). Sin embargo, casi la totalidad de sus alrededores son zonas urbanas o zonas fuertemente intervenidas. Se puede afirmar que la IBA es una isla en medio de la ciudad de Bogotá. La implementación de infraestructura para vivienda, actividades industriales y transporte (40%) y el manejo del agua (50%) son los principales usos de los humedales.

Adicionalmente, algunos humedales son empleados como lugares recreativos. En algunos sectores los potreros son empleados para ganadería no tecnificada. En el área se encuentran los siguientes tipos de hábitat: arbustivo (15%), pastizales (15%), humedales (60%) y paisajes artificiales (10%). En cuanto al uso de la tierra, ésta ha sido dedicada a la conservación, pastos, turismo, industrias y urbanizaciones y manejo del agua. Estos humedales han servido como objeto de estudio para diferentes entidades vinculadas a la investigación y conservación de los recursos naturales²².

0.7.2.2. Descripción AICA Humedales de la sabana de Bogotá

Los Humedales de la Sabana de Bogotá, son considerados Áreas Importantes para la Conservación de las Aves y la biodiversidad (AICAS) de acuerdo con BirdLife International (2018). *“El Programa AICA es una iniciativa a escala global coordinada por BirdLife International que se centra en la identificación, documentación y gestión de una red global de sitios críticos para la conservación de las aves y la biodiversidad, considerados “hotspots” irremplazables y potencialmente vulnerables”*²³.

El programa AICAS para Colombia comenzó en 2001 con el objeto de crear una red nacional de conservación, iniciativa de Birdlife International, coordinado por la Asociación Calidris con apoyo técnico del Instituto von Humboldt. Las AICA son nominadas por cualquier persona u organización, pública, privada o comunitaria, que cuente con la información necesaria para sustentar la distinción del sitio y que tenga la posibilidad de gestionar el área para su conservación.

Los AICA (IBAs) se identifican con una serie de criterios internacionales previamente acordados, aplicados de manera estándar en todo el mundo:

- Especies globalmente amenazadas (criterio A1)
- Especies de distribución restringida (criterio A2)
- Conjunto de especies restringidas a biomas (criterio A3)
- Congregaciones de especies (criterio A4)

De los criterios internacionales mediante los cuales se definen los AICA, para el complejo de humedales de la Sabana de Bogotá aplica el criterio A1 revisado en 2018: especies globalmente amenazadas. Se destacan las dos especies amenazadas a nivel nacional y global (*Rallus semiplumbeus* y *Cistothorus apolinari*), además cuatro especies amenazadas a nivel nacional (*Porphyriops melanops*, *Oxyura jamaicensis*, *Muscisaxicola maculirostris* y *Eremophila alpestris*) y dos subespecies amenazadas a nivel regional (*Ixobrychus exilis bogotensis* y *Chrysomus icterocephalus*

²² BirdLife International (2022) Important Bird Areas factsheet: Humedales de la Sabana de Bogotá. Downloaded from <http://www.birdlife.org> (<http://www.birdlife.org>) on 17/10/2022.

²³ Instituto Alexander von Humboldt.

<http://www.humboldt.org.co/es/i2d/item/525-areas-importantes-para-la-conservacion-de-las-aves-aicas#>

bogotensis). Por registros históricos en la zona también se cuenta con la presencia de especies amenazadas a nivel nacional: *Sarkidiornis melanotos* y *Netta erythrophthalma* ²⁴.

Los Humedales de la Sabana de Bogotá, son considerados Áreas Importantes para la Conservación de las Aves (AICAS), de acuerdo con BirdLife International (2018). Se han registrado 196 especies de aves en los humedales de Bogotá, y de éstas, 41 son especies acuáticas y 65 especies son migratorias, la mayoría de ellas provenientes del hemisferio norte. Las especies *Tringa flavipes*, *Tringa solitaria*, *Falco peregrinus*, *Setophaga castanea*, *Protonotaria citrea*, *Cadellina canadensis* son especies de preocupación en Norteamérica ²⁵.

0.7.2.3. Biodiversidad clave

Entre las numerosas especies de aves se destacan *Rallus semiplumbeus* y *Cistothorus apollinari*, ambas especies endémicas de esta región de la cordillera Oriental colombiana y en peligro de extinción. Se ha demostrado que los humedales de la sabana de Bogotá son un importante centro de endemismo de la avifauna suramericana y, por lo tanto, el número de especies y subespecies restringidas a esta zona es considerablemente alto. No obstante, el estado crítico de algunas poblaciones en la actualidad es una realidad ineludible.

El saldo actual de especies y subespecies extintas y amenazadas es el siguiente: una especie extinta (*Podiceps andinus*), tres subespecies extintas (*Anas georgica niceforoi*, *Polystictus pectoralis bogotensis* y *Anas cyanoptera borroeroi*), dos especies amenazadas a nivel nacional y global (*Rallus semiplumbeus* y *Cistothorus apollinari*), cuatro especies amenazadas a nivel nacional (*Gallinula melanops*, *Oxyura jamaicensis*, *Muscisaxicola maculirostris* y *Eremophila alpestris*) y dos subespecies amenazadas a nivel regional (*Ixobrychus exilis bogotensis* y *Agelaius icterocephalus bogotensis*). Adicionalmente, registros de hace varias décadas reportaron la presencia de especies que hoy en día son consideradas como amenazadas a nivel nacional; éste es el caso del Pato Brasileiro (*Sarkidiornis melanotos*) y el Pato Negro (*Netta erythrophthalma*).

0.7.2.4. Presiones y amenazas a la biodiversidad clave

El principal factor que ha contribuido al fuerte deterioro de estos humedales es el acelerado crecimiento de la ciudad de Bogotá. El río Bogotá ha sido sometido a diversas adecuaciones hidráulicas, como la construcción de represas en la parte alta y media para controlar sus crecientes. Prácticamente todos sus afluentes han sido contaminados por las aguas residuales de la ciudad y los municipios. Adicionalmente, se ha permitido transformar las zonas de amortiguación de los humedales para construcción legal o ilegal de inmuebles. Por otro lado, muchos humedales han sido lugar para barrios de invasión y se han convertido en vertederos de basura. Es necesario implementar acciones que permitan conocer de manera adecuada el funcionamiento de los humedales.

0.7.2.5. El AICA Humedales de la Sabana de Bogotá y el proyecto L2MB

²⁴ MARTÍNEZ, Luis Miguel Renjifo; FRANCO-MAYA, Ana María; AMAYA-ESPINEL, Juan David (ed.). *Libro rojo de aves de Colombia*. Instituto Alexander von Humboldt, 2002.

²⁵ Bayly, N., Chaparro-Herrera, S. 2015. Aves migratorias presentes en los humedales de Bogotá. En Chaparro-Herrera, S y Ochoa D. (Eds). *Aves de los Humedales de Bogotá, Aportes para su Conservación*. Asociación Bogotana de Ornitología –ABO-. 2015. Bogotá, D.C. Colombia.

El AICA Humedales de la Sabana de Bogotá, el territorio en su mayor parte se encuentra transformado con el predominio de coberturas artificializadas, siendo los humedales Jaboque, La Conejera, Juan Amarillo o Tibabuyes, La Florida, el Meandro del Say, La Vaca, y El Burro, entre otros, los lugares que ofrecen hábitat y refugio para la avifauna. En relación con el proyecto, ninguno de los humedales que conforman el AICA son afectados, y las coberturas de las obras superficiales de L2MB que se encuentran en el AICA comprenden en su mayor extensión: pastos limpios (89%), tejido urbano continuo (5%), cuerpos de agua artificiales (2%), y las restantes coberturas con porcentajes menores a 1,5 de extensión. En la Figura 44 se visualiza la localización del proyecto en el AICA Humedales de la Sabana de Bogotá, y las coberturas de la tierra presentes.

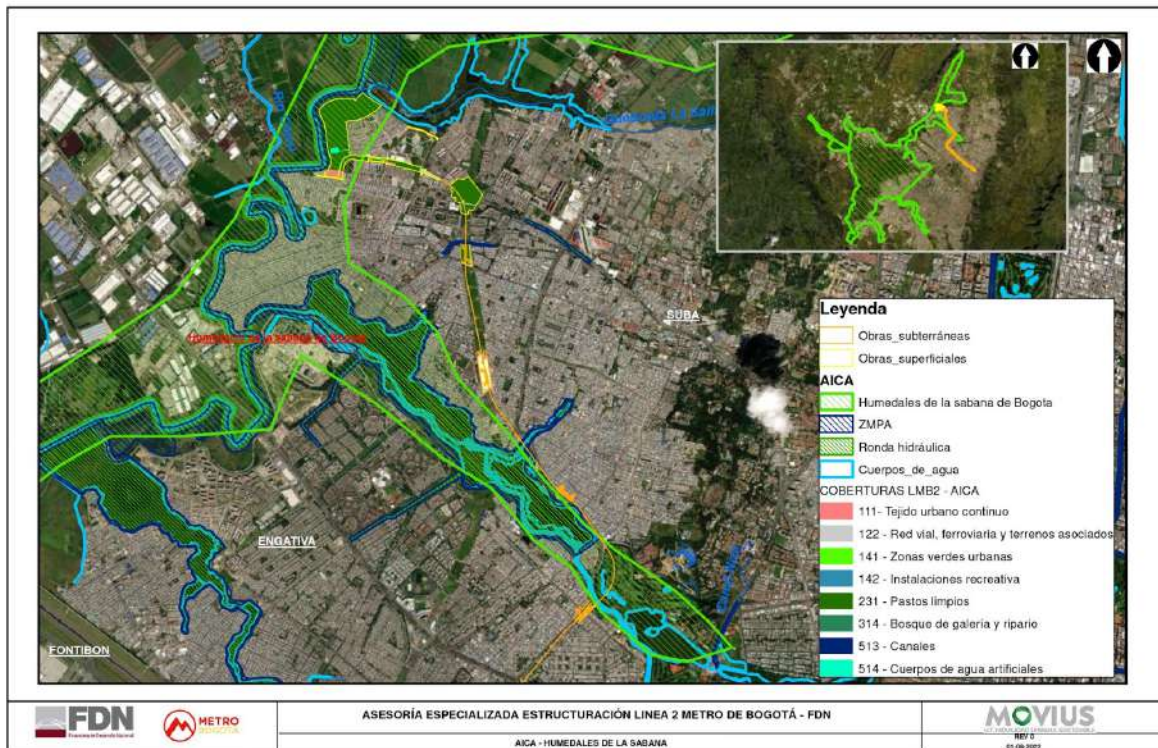


Figura 44. Localización del proyecto en el AICA Humedales de la Sabana de Bogotá
Fuente: UT MOVIVUS 2022.

0.8. ZONIFICACIÓN AMBIENTAL

0.8.1. Medio Físico

La zonificación ambiental para el medio físico se obtuvo a partir de la superposición de la sensibilidad ambiental obtenida para las siguientes áreas de análisis: i) áreas de recuperación ambiental y (ii) áreas de riesgo.

Teniendo en cuenta el cruce cartográfico de las dos unidades de zonificación ambiental correspondiente a las áreas de recuperación ambiental y áreas de riesgo se obtiene el mapa de zonificación ambiental del medio abiótico (plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0058_V01).

La zonificación ambiental para el medio abiótico ocupa en su mayoría zonas de sensibilidad baja (63,70% del área de influencia del medio abiótico), asociado principalmente a las áreas donde se observan geoformas que denotan procesos antiguos de inundación

Las áreas establecidas de mediana sensibilidad (el 5,54% del área de influencia del medio abiótico), corresponden a las zonas aledañas al río Bojacá, canal salitre y canal cafam en donde las geoformas denotan procesos intermitentes y áreas con algún evento histórico de inundación que haya sido identificado.

Las zonas de alta sensibilidad, el 30,76 %, se localizan fundamentalmente, en el sector aledaño al río Bogotá, asociado a riesgo de inundación alto, así como en las zonas aledañas al canal salitre y canal cafam en donde las geoformas denotan procesos activos o inundaciones periódicas.



Figura 45. Zonificación ambiental del medio abiótico
Fuente: UT MOVIOUS 2022

Tabla 24. Zonificación ambiental para el Medio Abiótico

Categoría de Zonificación	Participación en el área de influencia	
	(ha)	(%)
Áreas en condición de Fragilidad	0	0

Categoría de Zonificación	Participación en el área de influencia	
	(ha)	(%)
Áreas con Alta Sensibilidad	72,66	30,76
Áreas con Mediana Sensibilidad	13,09	5,54
Áreas con Baja Sensibilidad	150,46	63,70
Áreas con Potencialidad	0	0
Total Área de Influencia Medio Abiótico	236,21	

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.8.2. Medio Biótico

Teniendo en cuenta la superposición de las categorías de sensibilidad obtenidas para los cuatro tipos de áreas analizadas correspondientes a las (i) Zonas protegidas o de protección a nivel internacional, nacional y regional; (ii) Zonas en protección a nivel local; (iii) Cobertura vegetal, y (iv) Hábitat para la fauna, a partir de la evaluación de los factores seleccionados, se obtuvo para las Áreas de Especial Importancia Ecológica - AEIA dos categorías de sensibilidad: áreas de alta sensibilidad que cubren el 78% del área de influencia biótica y áreas de sensibilidad media con una cobertura del 22%. (plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0104_V01 Zonificación del medio biótico).

En la tabla Tabla 25 se presentan las categorías de sensibilidad obtenidas para la zonificación ambiental del medio biótico y en la Figura 46 se visualiza su distribución espacial.

Tabla 25. Zonificación ambiental para el Medio Biótico

Categoría de Zonificación	Participación en el área de influencia	
	(ha)	(%)
Áreas en condición de Fragilidad	0	0
Áreas con Alta Sensibilidad	94,05	78
Áreas con Mediana Sensibilidad	26,26	22
Áreas con Baja Sensibilidad	0	0
Áreas con Potencialidad	0	0
Total Área de Influencia Medio Biótico	120,31	100

Fuente: UT MOVIUS 2022

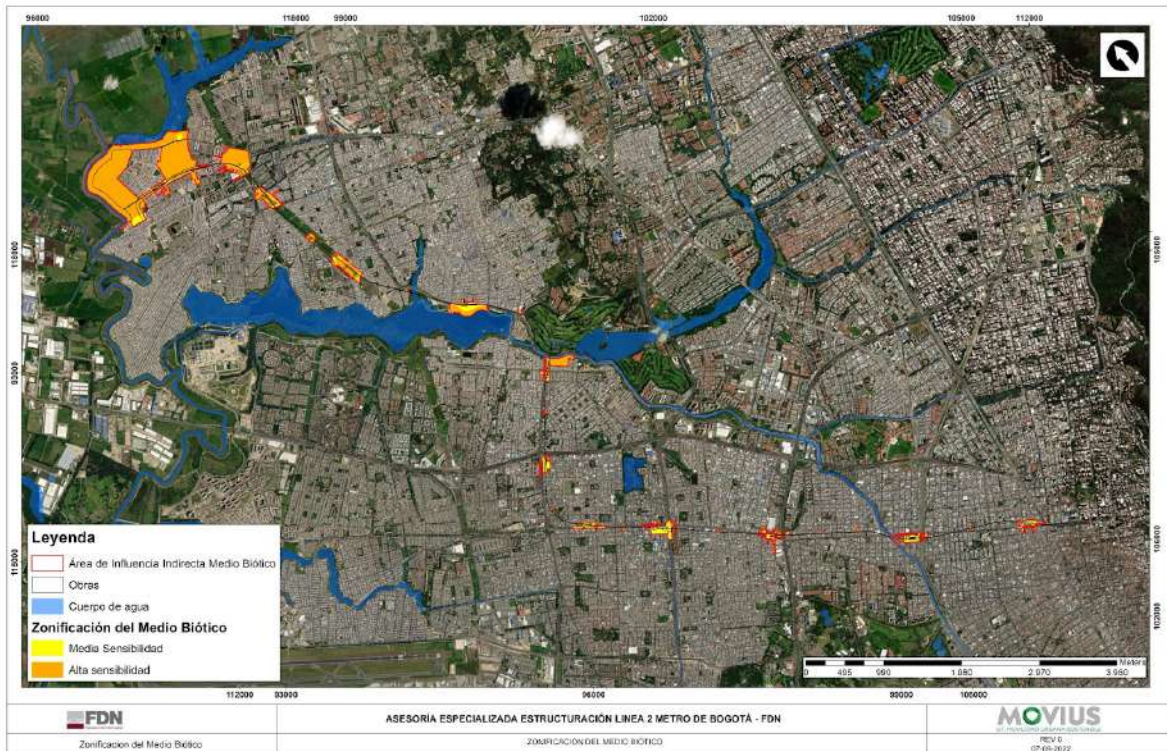


Figura 46. Zonificación ambiental del medio Biótico
Fuente: UT MOVIUS 2022

0.8.3. Medio Socioeconómico



A partir de criterios de zonificación para el medio socioeconómico, con las variables propuestas para Áreas de producción económica y Áreas de importancia social con sus respectivos niveles de sensibilidad, se realizó de acuerdo con la metodología la superposición de información temática y obtención de mapas de categorías ambientales, lo cual determinó las siguientes áreas de sensibilidad.

No se identifican áreas de fragilidad, las áreas con alta sensibilidad corresponden al 48,7%, en estas áreas se encuentran los bienes de interés cultural como el club Los Lagartos y los bienes muebles ubicados en la localidad de barrios unidos en la carrera 20 con calle 72, un 48,4% corresponde a las áreas con mediana sensibilidad concentradas en áreas aferentes a las estaciones 1,2,3, 6 y zona de patio taller que corresponde a las áreas de infraestructura física y social y a las de concentración de actividades económicas e importancia económica reglamentada.

Las áreas con baja sensibilidad con un 1,90% que se encuentran a lo largo del corredor de la línea 2 exceptuando la zona de patio taller.

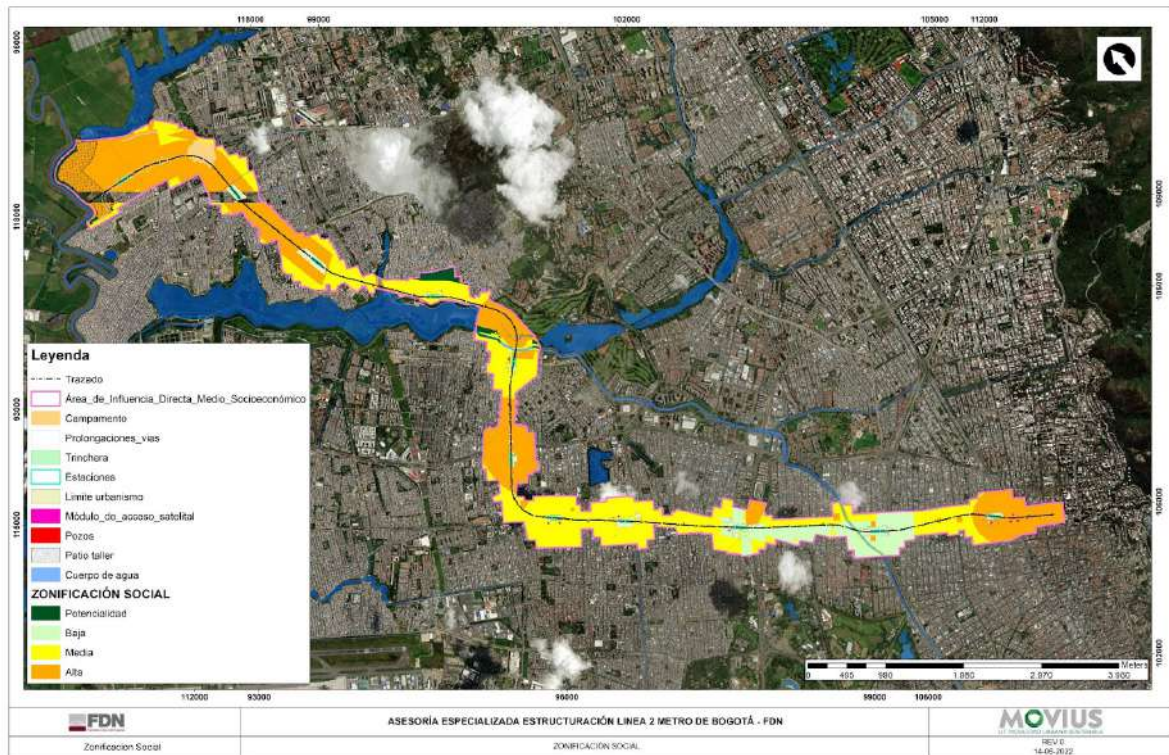
En cuanto a las áreas con potencialidad corresponden a un 0,90% respectivamente, con especial concentración en el área de patio taller.

En la Tabla 32 se presentan las categorías de sensibilidad obtenidas para la zonificación ambiental del medio socioeconómico y en la Figura 47 se presenta su distribución geográfica y espacial.

Tabla 26. Zonificación ambiental para el Medio Socioeconómico

Categoría de Zonificación	Participación en el área de influencia	
	(ha)	(%)
Áreas en condición de Fragilidad	0	0
Áreas con Alta Sensibilidad	362,928	48,78
Áreas con Mediana Sensibilidad	360,062	48,40
Áreas con Baja Sensibilidad	14,157	1,90
Áreas con Potencialidad	6,714	0,90
Total Área de Influencia Medio Socioeconómico	743,863	100

Fuente: UT MOVIUS 2022



0.8.4. Zonificación final

La zonificación ambiental para el área de influencia para el Proyecto L2MB, se da como resultado de la superposición de los mapas de zonificación de los tres medios (Abiótico, Biótico y Socioeconómico - ver plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0105_V01), ya desarrollados en los numerales inmediatamente anteriores. Como resultado de esta superposición se obtiene la siguiente zonificación de la sensibilidad del territorio en el área de influencia. Ver Figura 48

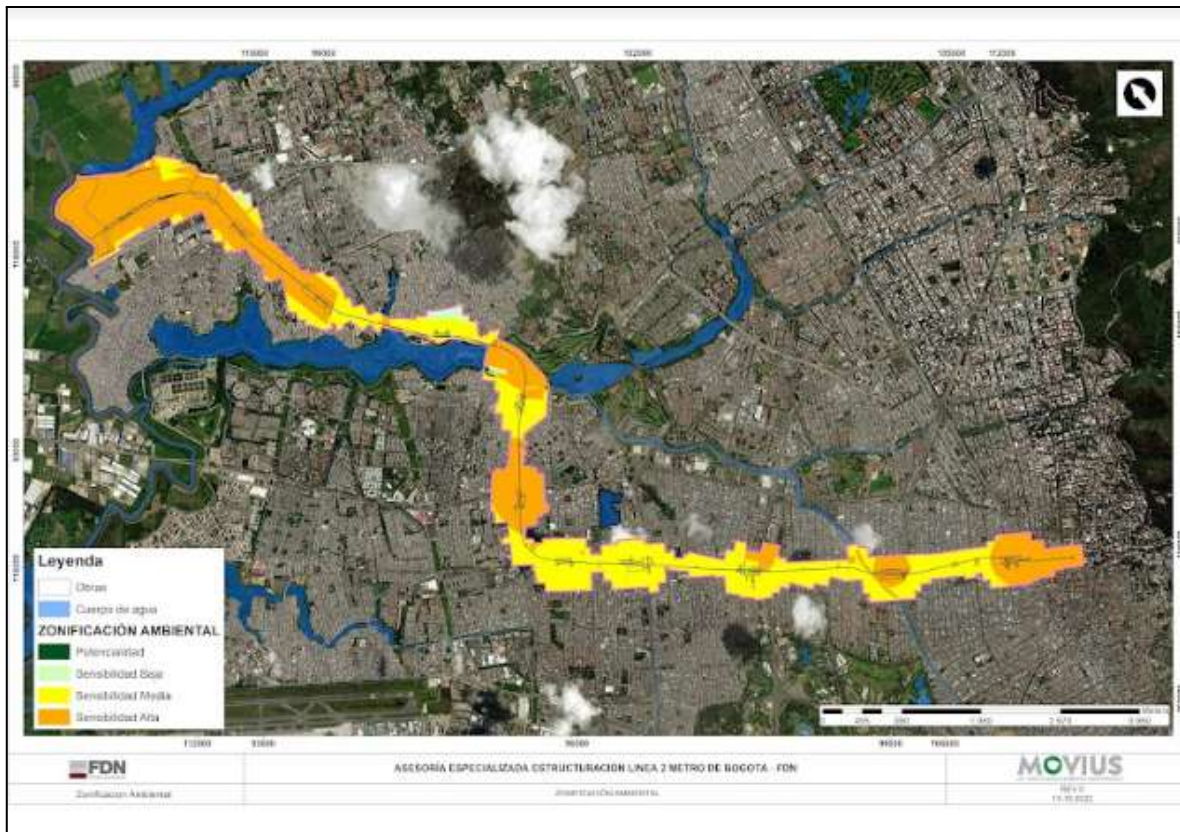


Figura 48. Zonificación ambiental del proyecto L2MB

Fuente . Elaboración propia

Una vez generada la zonificación ambiental del territorio mediante el procedimiento de superposición de mapas se realizó un taller entre los especialistas participaron 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, y así corroborar que responde al conocimiento obtenido del territorio. Como conclusión de esta sobreposición de mapas se identifica las condiciones de sensibilidad del área de influencia del proyecto L2MB así:

Tabla 27. Zonificación ambiental del proyecto L2MB

Categoría de Zonificación	Participación en el área de influencia	
	(ha)	(%)
Áreas en condición de Fragilidad	0	0

Áreas con Alta Sensibilidad	377,92	50,80
Áreas con Mediana Sensibilidad	352,54	47,39
Áreas con Baja Sensibilidad	12,08	1,62
Áreas con Potencialidad	1,30	0,17
Total Área de Influencia	743,86	100

Fuente: UT MOVIUS, 2022



En condición de alta sensibilidad se identifica un área de 377,92 ha (50,80% del área de influencia) asociada principalmente a:

Medio Abiótico: Se localizan fundamentalmente, en el sector aledaño al río Bogotá, asociado a riesgo de inundación alto, así como en las zonas aledañas al canal Salitre y canal Cafam, en donde las geoformas denotan procesos activos o inundaciones periódicas

Medio Biotico: Sitio Ramsar Complejo de Humedales Urbanos del Distrito Capital de Bogotá, Reservas Distritales de Humedal, Sistema Hídrico, Zona de Conservación y protección ambiental, Área de Restauración Ecológica - ARE Bosque de galería y ripario (3,18 ha), Vegetación secundaria o en transición (0,64 ha), y los canales y cuerpos de agua artificiales (0,67 ha) por ser lugares con componentes naturales y que preservan la biodiversidad

Medio Socioeconómico: Se encuentran los bienes de interés cultural como el club Los Lagartos y los bienes muebles ubicados en la localidad de barrios unidos en la carrera 20 con calle 72

En condición de mediana sensibilidad, se identifica un área de 352,54 ha (47,39% del área de influencia) asociada principalmente a:

Medio Abiótico: Corresponden a las zonas aledañas al río Bojacá, canal Salitre y canal Cafam en donde las geoformas denotan procesos intermitentes y áreas con algún evento histórico de inundación que haya sido identificado

Medio Socioeconómico: Se presenta por concentradas en áreas aferentes a las estaciones 1,2,3, 6 y zona de patio taller que corresponde a las áreas de infraestructura física y social y a las de concentración de actividades económicas e importancia económica reglamentada.

En condición de baja sensibilidad se identifica un área de 12,08 ha (1,62% del área de influencia) asociada principalmente a:

Medio Abiótico: Asociado principalmente a las áreas donde se observan geoformas que denotan procesos antiguos de inundación

Medio Biotico: No se presentan áreas con baja sensibilidad

Medio Socioeconómico: Se encuentran a lo largo del corredor de la línea 2 exceptuando la zona de patio taller.

En condición de potencialidad, se identifica un área de 1,30 ha (0,17 % del área de influencia) asociada principalmente a:

Medio Abiótico: : No se presentan áreas con potencialidad

Medio Biotico: No se presentan áreas con potencialidad

Medio Socioeconómico: En condición con potencialidad corresponden a un 0,90% respectivamente, con especial concentración en el área de patio taller.

0.9. DEMANDA Y NECESIDADES DE USO Y/O APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y NO RENOVABLES

0.9.1. Aguas superficiales y aguas subterráneas

Para el desarrollo del proyecto en la etapa de preconstrucción, construcción y operación, 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.

0.9.2. Vertimientos

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

0.9.3. Aprovechamiento forestal

El inventario forestal se realizó en campo entre los meses de mayo y agosto del año 2022 , censando el 100% de los individuos forestales en el área de intervención y algunos aledaños al proyecto L2MB. Como resultado se obtuvo un total de 960 individuos inventariados de los cuales están destinados para el aprovechamiento forestal 700 individuos censados y 7 Setos para un total de 707 registros a través de los 15,6 km que se estima tiene el proyecto, tanto en las estaciones con su debida área de urbanismo, los pozos, la zona destinada para el campamento y la zona norte del patio taller predio administrado por el IDR.

El manejo silvicultural propuesto para el arbolado urbano corresponde a la tala de 623 individuos y 7 setos, y el bloqueo y traslado de 77 individuos. En la Tabla 28 se muestran los tratamientos silviculturales propuestos para el arbolado urbano.

Tabla 28. Tratamientos Silviculturales propuestos al arbolado urbano L2MB

Vegetación arbolado urbano	Tratamiento	Número Individuos	Individuos (%)
Individuo	Bloqueo y traslado	77	10,89%
	Conservación	0	0,00%
	Tala	623	88,12%
Seto	Conservación	0	0,00%

Vegetación arbolado urbano	Tratamiento	Número Individuos	Individuos (%)
	Tala	7	0,99%
Total general		707	100%

Fuente: UT MOVIUS 2022

El Volumen de aprovechamiento forestal total es de 637,08 m³ que corresponde a la tala de 623 individuos y 7 setos, donde los mayores valores los aportan la especie *Eucalyptus spp.* con 384,06 m³ y *Fraxinus chinensis* con 51,37 m³, los valores mínimos encontrados en volumen corresponden a especies de porte menor con un solo individuo registrado en el área de intervención como *Cestrum nocturnum* y *Citrus limonum* entre otros.

En el área de intervención del proyecto no se registró ningún individuo catalogado como patrimonial o de interés público para la ciudad de Bogotá D.C. según la Resolución 6971 de 2011 de la SDA.

De acuerdo con la Resolución 1912 de 2017 expedida por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) se identificaron las especies en categoría de amenaza que se encuentran en el área de intervención del proyecto. En la Tabla 29 se presentan las especies en categoría de amenaza.

Tabla 29. Especies con alguna categoría de amenaza

Especie	Resolución 1912 de 2017 MADS	UICN	CITES
<i>Acacia decurrens</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Alnus acuminata</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Brunfelsia pauciflora</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Ceroxylon quindiuense</i>	EN	VU	Sin Restricción
<i>Cestrum nocturnum</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Cestrum spp.</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Cupressus lusitanica</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Escallonia floribunda</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Eucalyptus globulus</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Fraxinus chinensis</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Juglans neotropica</i>	EN	EN	Sin Restricción
<i>Lafoensia acuminata</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Ligustrum lucidum</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Liquidambar styraciflua</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Persea americana</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Pinus patula</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Prunus capuli</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Quercus humboldtii</i>	VU	LC	Sin Restricción
<i>Retrophyllum rospigliosii</i>	No registra	VU	Sin Restricción
<i>Salix humboldtiana</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Tecoma stans</i>	No registra	LC	Sin Restricción
<i>Thuja orientalis</i>	No registra	NT	Sin Restricción
LC: Preocupación menor NT: Casi amenazado EN: En peligro VU: Vulnerable			

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.9.4. Balance de zonas verdes

En general, en las zonas verdes predomina la cobertura de pasto Kikuyo combinado con diferentes especies de tipo ornamental. En la Tabla 30 se relacionan los diferentes elementos constitutivos del espacio público que se distribuyen a lo largo del área de intervención superficial de la L2MB.

Tabla 30. Zonas verdes existentes en el área de intervención por obras de la L2MB

Elemento constitutivo del espacio público	Descripción	Zonas verdes antes del proyecto (m ²)
Articuladores de Espacio Público	Parques (metropolitanos, zonales, vecinales y bolsillo)	5.072,72
	Plazas	
	Plazoletas	1.177,57
Circulación Peatonal y Vehicular	Corredor ecológico vial - Áreas de control ambiental de las vías urbanas.	194.000,88
	Glorietas	
	Separadores viales	1.885,08
Sistema Hídrico	Corredor ecológico de ronda	241.571,05
Total		443.707,30

Fuente: UT MOVIUS 2022

Con base en el análisis de zonas verdes existentes; así como, en la estimación de las áreas a endurecer y las nuevas generadas, por la implementación de los diseños urbanísticos propuestos, se realizó el balance de zonas verdes de acuerdo con lo exigido en la Resolución Conjunta 001 de 2019, donde se presentan los lineamientos y procedimientos para la compensación por endurecimiento de zonas verdes por desarrollo de obras de infraestructura, en cumplimiento del Acuerdo Distrital 327 de 2008. En la Tabla 31 se presenta el balance de las zonas verdes por la implementación de los diseños paisajísticos de L2MB.

Tabla 31. Balance de Zonas verdes por implementación de diseños paisajísticos de la L2MB

Elemento constitutivo del espacio público	Descripción	Zonas verdes			Balance (m ²)
		Antes del proyecto (m ²)	A endurecer (m ²)	Nuevas generadas (m ²)	
Articuladores de Espacio Público	Parques (metropolitanos, zonales, vecinales y bolsillo)	5.072,72	4.878,44	0	-4.878,44
	Plazas				0,00
	Plazoletas	1.177,57	943,05	11.418,22	10.475,17
Circulación Peatonal y Vehicular	Corredor ecológico vial - Áreas de control ambiental de las vías urbanas.	194.000,88	156.099,31	1.773,23	-154.326,08
	Glorietas				0,00
	Separadores viales	1.885,08	758,99	3.131,53	2.372,54
Sistema Hídrico	Corredor ecológico de	241.571,05	241.571,05	0	-241.571,05

Elemento constitutivo del espacio público	Descripción	Zonas verdes			Balance (m ²)
		Antes del proyecto (m ²)	A endurecer (m ²)	Nuevas generadas (m ²)	
	ronda ¹				
Total		443.707,30	404.250,84	16.322,98	-387.927,86

¹ NOTA: Se aclara que el corredor ecológico de ronda que reporta el JBB en el predio del patio taller, no figura como Estructura Ecológica Principal en el POT de Bogotá D.C. adoptado mediante el Decreto 555 de 29 de diciembre de 2021.

Fuente: UT MOVIUS 2022

El desarrollo del proyecto plantea el endurecimiento de 404.250,84 m² de zonas verdes y la generación de 16.322,98 m² de zonas nuevas. Así las cosas, la implementación de los diseños propuestos implica un balance negativo con la pérdida de 387.927,86 m² de zonas verdes existentes. los cuales deberán ser compensados de acuerdo con lo establecido en el Documento Técnico de Soporte, Resolución Conjunta SDA- SDP N°. 001 de 2019.

0.9.5. Emisiones atmosféricas

La obtención de materiales, se efectuará de las plantas que se encuentren próximas al proyecto, quienes deberán contar con los permisos necesarios de acuerdo a las normas ambientales y estarán vigentes al momento de ejecución del proyecto. Los proveedores de materiales serán aquellos que se encuentren certificados en el directorio del IDU.

Por lo anterior, 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.

0.9.6. Residuos Sólidos

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 Norma Técnica Colombiana GTC 24 y/o en la Resolución 2184 de 2019, adicionalmente se tendrán en cuenta todos los parámetros y lineamientos establecidos en el ET-04.

Una vez identificado el tipo de residuo, estos deben ser seleccionados y almacenados en recipientes o contenedores que faciliten el transporte, aprovechamiento, tratamiento o disposición; los contenedores que se empleen deben ser diferenciales, ya sea por color, identificación o localización. La disposición de los residuos domésticos se hará de acuerdo con los lineamientos definidos por las empresas prestadoras del servicio, teniendo en cuenta las rutas y horarios de recolección de las mismas.

0.9.7. Materiales de Construcción

La construcción del Proyecto de la línea 2 del 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.

Los materiales requeridos para la ejecución de las obras de construcción son principalmente concreto, asfalto, adoquín, rellenos para material granular y combustible. La estimación de los materiales a ser usados en el proyecto se presentan en la Tabla 32.

Tabla 32. Estimación de materiales a ser usados en la construcción del proyecto.

Descripción	Cantidad (m3)
Concreto	1.314.487
Excavación subterránea	1.259.577
Excavación	2.952.016
Rellenos	2.235.867
Demolición	79.327
Mezcla asfáltica	40.000
Caucho reciclado poroso	2.571

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.9.7.1. Fuentes de materiales y plantas de procesos

A continuación se presentan las posibles fuentes de materiales y zonas de depósito. (Ver Figura 49).

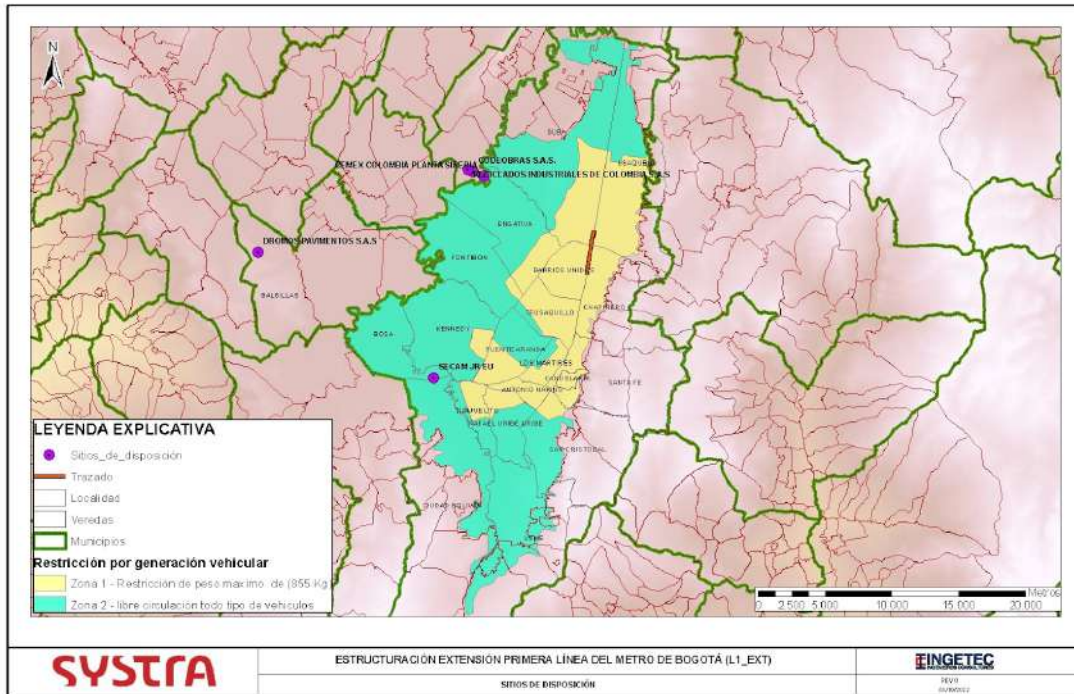


Figura 49. Localización de posibles fuentes de proveedores de materiales.
Fuente: U.T MOVIOUS, 2022.

De la lista de proveedores publicada por el IDU, se identificaron las siguientes fuentes de materiales potenciales para el proyecto, las cuales se encuentran más cercanas al eje del proyecto. Debido a que no se cuenta con ensayos de laboratorio, se recomienda verificar la información de caracterización de materiales al momento de la ejecución del proyecto ya que al día de hoy se encuentran como proveedores de la PLMB de acuerdo al Anexo 7.16 Proveedores de materiales.

Tabla 33. Lista de proveedores.

Registro IDU No.	Ubicación	Empresa
12	CANtera EL PENCAL VEREDA BALSILLAS	INGENIEROS GF SAS - (GALVIS FRACASSI)
473	AUTOPISTA MEDELLÍN KILÓMETRO 1,5 VÍA SIBERIA - BOGOTÁ, ENTRADA FRENTE AL PRIMER RETORNO	CODEOBRAS SAS
503*	PLANTA SIBERIA, UBICADA EN LA AUTOPISTA MEDELLÍN, EN EL KM 0,5 DE LA VÍA BOGOTÁ -SIBERIA	CEMEX COLOMBIA SA
505	KILÓMETRO 3.8 DE LA VÍA LA MESA, ZONA INDUSTRIAL, VEREDA BALSILLAS	DROMOS PAVIMENTOS S.A.S.
510*	PREDIO DENOMINADO LOTE 10, EN LA VEREDA SAN JOSÉ	RECICLADOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA S.A.S

Registro IDU No.	Ubicación	Empresa
517	CARRERA 71 D No. 57 - 10 SUR, LOTE 4, LOCALIDAD USME	SECAM JR EU

* Proveedor que pierde vigencia en los próximos 4 meses
Fuente: U.T MOVIUS, 2022.

0.9.7.2. Localización de posibles plantas de procesos.

Se prevé que el concreto de las diferentes obras del proyecto sea suministrado y distribuido con camiones de empresas concreteras que operan en la ciudad de Bogotá.

0.9.7.3. Generación de residuos de excavación y construcción-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 4.109.485 m³ de acuerdo a la Tabla siguiente:

Tabla 34. Cantidades de excavación y demolición.

Item		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
RELLENOS		
1	RELLENOS PATIO TALLER	998.251
2	RELLENOS VÍAS	4.112
TOTAL RELLENOS (m3)		1.002.363

Item	Volumen (m3)
TOTAL	4.109.485

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.

El porcentaje de RCD a reutilizar será del 30%, teniendo en cuenta lo estipulado en el artículo 19 de la Resolución 472 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, lo que corresponde a 2.876.639 m3, dato basado en el volumen total del material a ser usado en obra, el cual será susceptible de aprovechamiento. Aquellos RCD que no sean susceptibles de aprovechamiento en la obra, serán dispuestos en los sitios autorizados por la autoridad ambiental.

En el capítulo 7. Uso de recursos naturales se relacionan los sitios de transformación y disposición de RCD que a la fecha de elaboración de éste estudio cuentan con autorización por parte de la Secretaría Distrital de Ambiente, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA.

0.9.7.4. Localización y georreferenciación de los sitios de disposición final.

Teniendo en cuenta la información relacionada en la tabla anterior, a continuación presentamos los sitios más representativos para la disposición de residuos de construcción y demolición así como los posibles sitios autorizados para la transformación de los RCD de acuerdo a la normatividad Distrital.

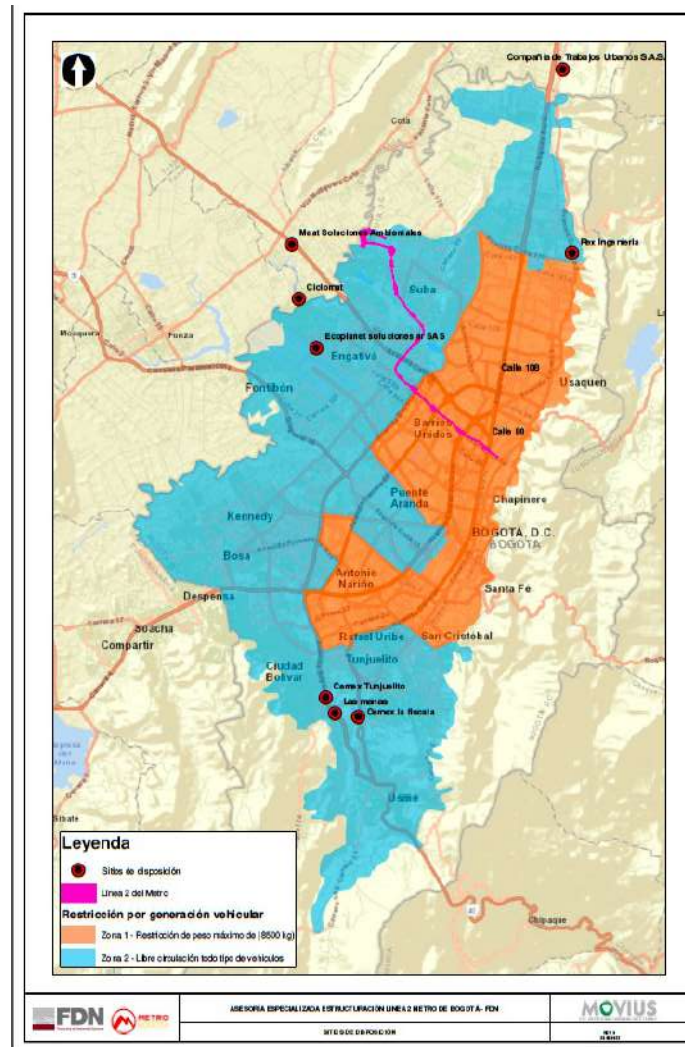


Figura 50. Sitios principales georeferenciados de disposición y tratamiento de RCD Bogotá y Cundinamarca
Fuente:UT MOVIOUS 2022

Es importante tener en cuenta que estos sitios podrán ser distintos a la hora de realizarse el proyecto, por lo tanto en la etapa de construcción se tendrá que actualizar el listado de sitios de acuerdo al listado de proveedores del IDU y de la SDA, que estén vigentes al momento de las obras.

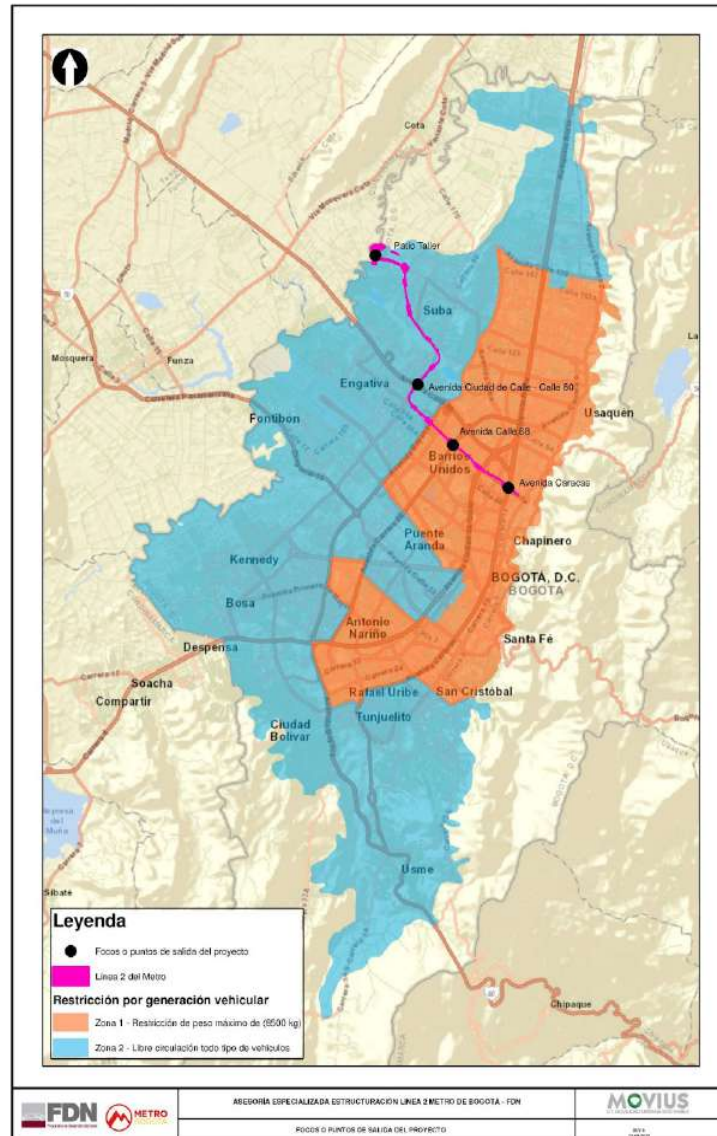


Figura 51. Mapa de los focos o puntos de salida del proyecto
Fuente: UT MOVIVUS 2022

0.9.7.5. Manejo para transporte de escombros y sobrantes

Con base en la información de la restricción a la circulación de vehículos de carga en Bogotá, se presenta a continuación un mapa con las restricciones y condiciones para el tránsito de los vehículos de transporte de carga en el área urbana del Distrito Capital, establecido por la secretaría de Movilidad de Bogotá.

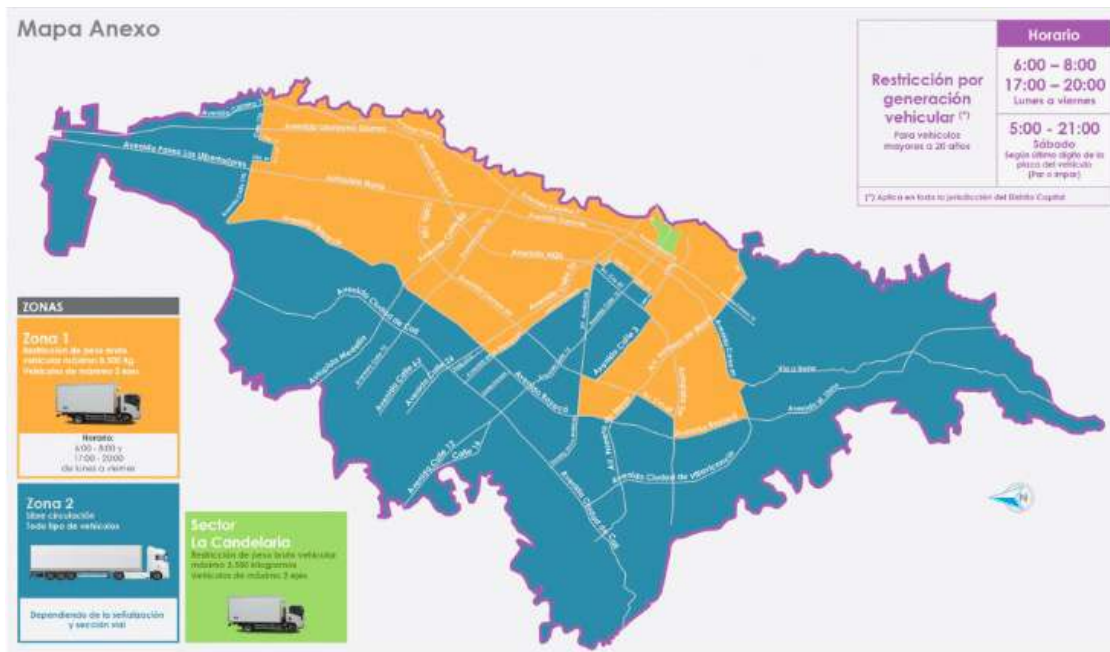


Figura 52. Mapa Restricción a la circulación de vehículos de carga en Bogotá
Fuente: SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD, 2022.

Asociado a lo anterior, en la ciudad se determinaron zonas de tránsito de la siguiente forma:

Zona 1: Al interior del perímetro señalado como zona 1, se restringe la circulación de vehículos de transporte de carga con "peso bruto vehicular máximo" superior a ocho mil quinientos kilogramos (8.500kg.), de lunes a viernes entre las 06:00 y las 08:00 horas y entre las 17:00 y las 20:00 horas. La zona de restricción inicia en el límite oriental de la ciudad con Calle 170-Calle 170-Carrera 16- Calle 164-Carrera 20-Calle 170-Avenida Boyacá-Avenida de La Esperanza-Avenida de la Américas-Carrera 30- Calle 24 - Carrera 22 - Carrera 24 - Calle 6 – Carrera 30 - Avenida Calle 3 - Carrera 68 - Avenida de las Américas - Avenida Boyacá – Avenida Primero de Mayo - Avenida Carrera 68 - Autopista Sur - Avenida Boyacá – Avenida Villavicencio - Avenida Caracas - Avenida Primero de Mayo Límite oriental. Sector La Candelaria: En la Localidad de la Candelaria comprendido entre la Carrera 9 y la Avenida Circunvalar, y de la Avenida Jiménez a la Calle 7, se restringe en todo horario el tráfico de vehículos de transporte de carga con "peso bruto vehicular máximo" superior a tres mil quinientos kilogramos (3.500 kg). Los vehículos restringidos podrán circular por las vías límite definidas para la zona.

Zona 2: De libre circulación de vehículos de transporte de carga. En el área remanente de la descrita en la denominada zona 1, se permite la circulación de vehículos de transporte de carga con año modelo no superior a veinte (20) años, durante las veinticuatro (24) horas, de conformidad con las disposiciones del Código Nacional de Tránsito Terrestre y la señalización que la autoridad de tránsito establezca. Restricción por generación vehicular. Los vehículos de carga de año modelo superior a veinte (20) años, tendrán restricción dentro de la jurisdicción del Distrito Capital los días sábado entre las 05:00 y las 21:00 horas, horario rotativo de acuerdo con el último dígito de la placa par o impar del vehículo. Adicionalmente, de lunes a viernes sin incluir festivos, dichos vehículos no podrán transitar entre las 06:00 y las 08:00 horas y entre las 17:00 y las 20:00 horas. A Los vehículos de servicio público y particular clase camioneta, con tipo de carrocería: estacas, furgón, estibas y panel, les aplica la restricción por generación vehicular. A los vehículos

Teniendo en cuenta la información de los sitios de disposición y tratamiento de RCD, y de los puntos focales equidistantes y representativos sobre el trazado de la línea del metro, así como la información de restricciones de zonas y horarios de la Secretaría Distrital de Movilidad, se incluye posibles rutas y horarios para el transporte de los sobrantes de RCD, entendiendo que el proyecto es dinámico y que las políticas Distritales pueden Cambiar. En la imagen a continuación se presenta la dinámica de los puntos Origen - destino que puede llegar a tener en el proyecto.



Figura 53. Dinamica de Origen - Destino sitios de Disposición - trazado del proyecto
Fuente: UT MOVIUS 2022

Las distancias resultantes, son las normales manejadas en la ciudad de Bogotá, la mayoría de sitios se concentran en el Sur de la Ciudad en cuanto a la disposición final y normalmente están asociados a recuperaciones geomorfológicas de sitios afectados por la minería de gran escala, generando al final beneficios de recuperación de pasivos ambientales para la ciudad.

0.9.7.6. Técnicas para el tratamiento y aprovechamiento de escombros y de otros materiales de construcción.

Durante la ejecución del proyecto, teniendo en cuenta la normatividad Nacional y Distrital, en la etapa de Construcción se deberá promover el uso de técnicas y tratamiento y aprovechamiento de RCD dentro o fuera del área de proyecto.

Tomando como referencia estudios realizados a nivel Distrital como el ESTUDIO DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE SITIOS NECESARIOS PARA EL APROVECHAMIENTO Y/O DISPOSICIÓN DE MATERIAL SOBRANTE DE LA EXCAVACIÓN – RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN - DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ, DE LAS ESTACIONES, PATIOS Y TALLERES, EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE PÚBLICO -SITP- PARA LA CIUDAD DE BOGOTA D.C. IDU 2015, se deben plantear los siguientes procesos dentro del desarrollo del tratamiento y aprovechamiento de RCD, las cuales se mencionan a continuación.

0.9.7.7. Validación de sitios para el aprovechamiento y/o disposición de material sobrante de la construcción del Metro
Conforme a los estudios realizados para la ejecución de la PLMB, se realizó un análisis de la disponibilidad para depositar los volúmenes de Residuos de Construcción y Demolición – RCD en la ciudad, con el fin de mitigar los impactos que se puedan generar con el manejo de este tipo de residuos.

En el Decreto 620 del 2007 “Por medio del cual se complementa el Plan Maestro de Residuos Sólidos (Decreto 312 de 2006), mediante la adopción de las normas urbanísticas y arquitectónicas para la regularización y construcción de las infraestructuras y equipamientos del Sistema General de Residuos Sólidos, en Bogotá Distrito Capital”, se establecieron los diferentes criterios de clasificación de los posibles sitios a utilizar en el manejo de RCD.

Por lo anterior, y de acuerdo con el esquema de gestión de manejo de RCD asociado a los posibles tipos de infraestructura y equipamientos disponibles para la ubicación de los sitios, se puede observar que el listado de sitios disponible presentado en el estudio, compilado por el INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU, Sitios Autorizados para la Disposición Final y tratamiento de RCD cumplen con las premisas de clasificación tal como lo vemos en la figura siguiente, dado que con aprovechamiento tenemos sitios de reconfiguración morfológica, de nivelación topográfica y de tratamiento de aprovechamiento de RCD, mejorando entre otras cosas pasivos ambientales en la ciudad y un impacto positivo en la posible reutilización de materiales de RCD, sin generar tanto impacto al medio.

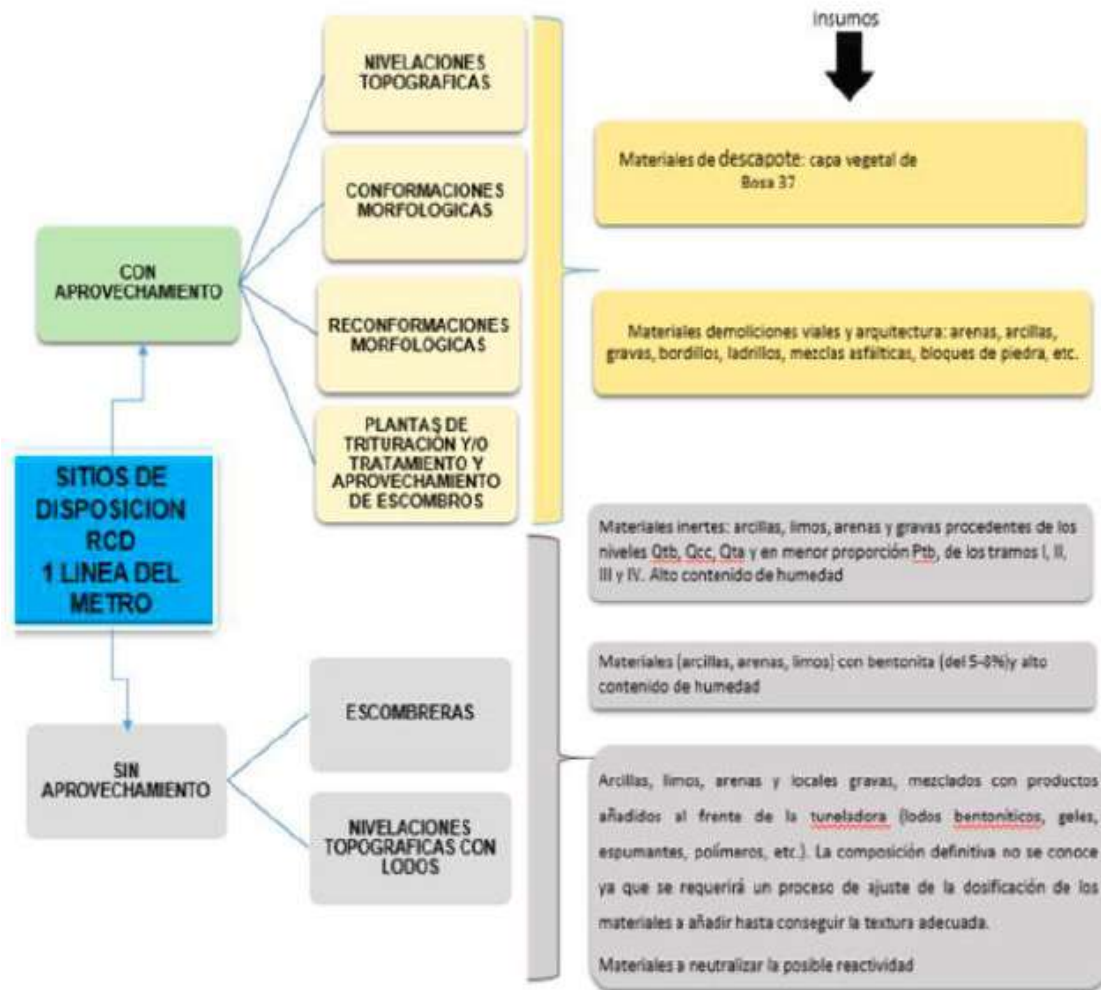


Figura 54. Gestión de manejo de RCD

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.9.7.8. Tratamiento para el aprovechamiento de material sobrante de la construcción del Metro

Los residuos de construcción y demolición - RCD asociados a los lodos – arcillosos generados de las actividades de excavación de la cimentación, pueden tener un potencial, mediante el procesamiento físico de identificación, clasificación y trituración, como reemplazos en la fabricación de prefabricados (ladrillos, adoquines, toletes y sardineles), así mismo en agregados de morteros, cementos y concretos que los transforman en ecomateriales al reducir por un lado la disposición de los mismos y por otro, reemplazar materiales de cantera o de minería necesarios para las obras ya citadas. Esta opción se podrá optimizar y presentar en el marco del diseño finales de la etapa de construcción del proyecto, por parte del concesionario adjudicatario.

Existen experiencias ya registradas en este campo y entidades como el IDU (Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá) "Uso de materiales reciclados para concretos hidráulicos IDU 452-11" donde han normatizado el uso de concretos de demolición como agregados para base y sub-base de obra vial para la ciudad de Bogotá.

Con base en la investigación hecha en el 2015, se busca aplicar esta práctica a otros materiales como cerámicos tipo urbanismo para su utilización como agregados finos en la elaboración de los productos mencionados. Actualmente en la ciudad de Bogotá se encuentra vigente la Resolución 1115 de 201 Resolución 0472 de 2017, modificada por la Resolución 1257 de 2021 del Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, que en su marco jurídico detalla toda la normatividad correspondiente con el manejo de los RCD dentro del marco nacional y distrital de manejo de los residuos sólidos.

Esto se puede lograr en una planta de aprovechamiento donde se procesen los RCD, la totalidad de ellos pueden ser reutilizados y revalorizados, tanto como agregados finos y gruesos, como insumos para la elaboración de prefabricados.

Finalmente, teniendo en cuenta que los lodos como un campo de investigación que apenas se inicia con orientación a la reutilización para un uso diferente al convencional como ha sido la aplicación en el aprovechamiento como enmienda agrícola, material de compostaje para uso agrícola y en algunos casos agregarlos a las arcillas de fabricación de ladrillos y cerámicos de construcción; pero la evaluación de su composición para establecer comportamientos cementantes no ha tenido trayectoria conocida en el país. El evidente potencial de uso de los lodos como cementante se encamina obliga a continuar la búsqueda del mejoramiento del comportamiento puzolánico de las cenizas para el uso mencionado.

Los actuales comportamientos sugieren un uso alternativo como agregado fino de concreto mezclado con la arena de la dosis, para aprovechar su potencial comportamiento puzolánico como refuerzo en las resistencias obtenidas con mezclas hechas con cemento portland.

0.9.8. Permiso de emisión de ruido en horario nocturno, dominical y festivos

Teniendo en cuenta lo establecido en los numerales 6, 9 y 11 del artículo 86 del Decreto Ley 1421 de 1993, el artículo 15, el literal e) del artículo 68 y 89 del Decreto Nacional No. 948 de 1995, las Alcaldías menores en la la ciudad de Bogotá, son lo entes encargados de dar permisos de emisión de ruido en horario nocturno, dominical y festivos para el desarrollo de obras públicas y privadas en la ciudad.

Por lo anterior y teniendo en cuenta las necesidades futuras del constructor, éste se deberá solicitar teniendo en cuenta el siguiente procedimiento:

- Descripción de las obras a ejecutar según los tramos y equipo a utilizar.
- Clasificación de las actividades constructivas según los Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles DB(A), establecidos en la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Autorización por parte de la Secretaría Distrital de Movilidad incluyendo la respectiva señalización requerida.
- Solicitud a la la Alcaldía Menor correspondiente asociada al desarrollo de los tramos de las obras a ejecutar.

0.10. IMPACTOS Y RIESGOS AMBIENTALES Y SOCIALES



La evaluación de impactos y riesgos ambientales y sociales se desarrolla dando cumplimiento a lo establecido en las directrices ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible a través de la Metodología general para la presentación de estudios ambientales²⁶, y los términos de referencia aplicables para este proyecto (ET 05),²⁷ así como los distintos estándares y normas de desempeño de la Banca Multilateral que claramente orientan los análisis hacia aspectos especiales relacionados con emisiones de gases de efecto invernadero, amenazas al hábitat natural, servicios ecosistémicos, seguridad de la comunidad, restricciones al uso de la tierra, patrimonio cultural, prejuicios o discriminaciones y en general aquellos aspectos que desde la condición de proyecto estarían relacionados con cambio climático, amenazas naturales, género y derechos humanos.

Los distintos análisis a los énfasis esperados por la Banca Multilateral, se incluyen dentro de la metodología de evaluación de impactos aplicada, la cual en sus diferentes identificadores (ID), tanto para el escenario sin proyecto como para el escenario con proyecto, vinculan aspectos que permiten conocer si los impactos son directos o indirectos, identifican la dependencia y afectación de los servicios ecosistémicos, la población afectada y la significancia misma del impacto. Los impactos aquí presentados hacen parte del proceso que se ha seguido para el enfoque de la jerarquía de mitigación, en la cual a partir de los diseños mismo del proyecto se ha buscado evitar, reducir y minimizar los impactos y riesgos del proyecto.

Las actividades objeto de identificación, evaluación, calificación y análisis se relacionan en las siguientes tablas, tanto para el escenario con proyecto como el escenario sin proyecto.

Tabla 35. 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

²⁶ AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA. Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. 2018.

²⁷ ET-05. Convocatoria pública FDN – VE – CP – 07 - 202 1 Prestar los servicios de asesoría especializada de estructuración integral en los componentes legal, de riesgos, técnico y financiero para el acompañamiento a la FDN en la estructuración de la Línea 2 del Metro de Bogotá.

Actividades escenario sin proyecto
Primera Línea del Metro de Bogotá
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 36. Actividades objeto de evaluación ambiental y social - escenario con proyecto

Actividades escenario con proyecto
Etapas preliminares
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 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
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

Actividades escenario con proyecto
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
Pre-fabricación dovelas (anillos de concreto)
Construcción de pozos de evacuación y bombeo (chimeneas)
Instalación de instrumentación geotécnica
Superestructura de vía
Viaducto
Espacio público y urbanismo
Material rodante
Señalización y control de trenes
Puesta en marcha y marcha blanca
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 de sistema de puertas de andén
Mantenimiento de sistema de comunicaciones - billeteaje

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.10.1. Evaluación de impactos

0.10.1.1. Escenario sin proyecto

Con la identificación de las actividades, se evalúan y analizan los posibles impactos que ocasionará sobre la comunidad y el medio ambiente, el proyecto L2MB.

Tabla 37. Impacto escenario sin proyecto

Nombre del impacto		Clasificación		
		Significancia	Clase	Puntuación
EA-ABI-01	Aprovechamiento de materiales de construcción por la disminución y reutilización de residuos de construcción y demolición	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
EA-ABI-02	Alteración de la calidad suelo	Moderadamente Significativo	-	4,58
EA-ABI-03	Afectación al componente de aguas subterráneas	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
EA-ABI-04	Alteración de la calidad del aire	Moderadamente Significativo	-	5,46
EA-ABI-05	Alteración de los niveles de presión sonora.	Significativo	-	6,50
EA-ABI-06	Alteración de los niveles de vibración	Poco Significativo	-	4,00
EA-ABI-07	Afectación por asentamientos	Moderadamente Significativo	-	5,54
EA-ABI-08	Reducción de Gases Efecto Invernadero	NEUTRO	NEUTRO	
EA-BIO-01	Remoción de cobertura vegetal, individuos arbóreos y descapote de zonas verdes	Moderadamente Significativo	-	4,36
EA-BIO-02	Potencial alteración en la composición y abundancia de fauna	Moderadamente Significativo	-	5,12
EA-BIO-03	Potencial afectación de elementos de la Estructura Ecológica Principal- EEP	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
EA-BIO-04	Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje	NEUTRO	NEUTRO	
EA-SOC-01	Generación de expectativas y conflictos	Moderadamente Significativo	-	5,57
EA-SOC-02	Cambio en la participación ciudadana por nuevas dinámicas de movilidad y accesibilidad	NEUTRO	NEUTRO	
EA-SOC-03	Reconfiguración de red institucional para la construcción de vida urbana alrededor de la Línea 2 del Metro de Bogotá	NEUTRO	NEUTRO	NEUTRO
EA-SOC-04	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular, conectividad local y seguridad vial.	Moderadamente Significativo	-	5,11
EA-SOC-05	Afectación a la infraestructura pública y social	NEUTRO	NEUTRO	
EA-SOC-06	Traslado involuntario de población previo a las actividades de construcción	NEUTRO	NEUTRO	

Nombre del impacto		Clasificación		
		Significancia	Clase	Puntuación
EA-SOC-07	Generación temporal de empleo	NEUTRO	NEUTRO	
EA-SOC-08	Cambio en la dinámica en establecimiento	Moderadamente Significativo	-	4,92
EA-SOC-09	Ocupación y nuevas dinámicas del comercio informal	NEUTRO	NEUTRO	
EA-SOC-10	Cambios en la ocupación y valor del suelo	NEUTRO	NEUTRO	
EA-SOC-11	Fortalecimiento de la cultura ciudadana en torno a la movilidad	Significativo	+	6,14
EA-SOC-12	Afectación al patrimonio arqueológico	NEUTRO	NEUTRO	
EA-SOC-13	Afectación al Patrimonio Cultural	NEUTRO	NEUTRO	

Fuente: UT MOVIUS 2022

Con base en la evaluación del impactos y su clase, a continuación se establece a través de la jerarquización los impactos de mayor a menor significancia

De los 25 impactos identificados, 14 no se califican como impactos en el escenario sin proyecto (Aprovechamiento de materiales de construcción por la disminución y reutilización de residuos de construcción y demolición, afectación al componente de aguas subterráneas, Reducción de Gases Efecto Invernadero, Potencial afectación de elementos de la Estructura Ecológica Principal- EEP, Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje, Cambio en la participación ciudadana por nuevas dinámicas de movilidad y accesibilidad, Reconfiguración de red institucional para la construcción de vida urbana alrededor de la Línea 2 del Metro de Bogotá, Afectación a la infraestructura pública y social, Traslado involuntario de población previo a las actividades de construcción, Ocupación y nuevas dinámicas del comercio informal, Cambios en la ocupación y valor del suelo, Afectación al patrimonio arqueológico, Afectación al Patrimonio Cultural).

En la siguiente tabla se relacionan los impactos positivos identificados para escenario sin proyecto.

Tabla 38. Impactos positivos en el escenario sin proyecto

Nombre del impacto		Clasificación		
		Significancia	Clase	Puntuación
EA-SOC-11	Fortalecimiento de la cultura ciudadana en torno a la movilidad	Significativo	+	6,14

Fuente: UT MOVIUS 2022

En cuanto a los impactos negativos en el escenario sin proyecto, a continuación, se presenta su cuantificación

Tabla 39. Impactos negativos en el escenario sin proyecto

Nombre del impacto		Clasificación		
		Significancia	Clase	Puntuación
EA-ABI-02	Alteración de la calidad suelo	Moderadamente Significativo	-	4,58
EA-ABI-04	Alteración de la calidad del aire	Moderadamente Significativo	-	5,46
EA-ABI-05	Alteración de los niveles de presión sonora.	Significativo	-	6,50
EA-ABI-06	Alteración de los niveles de vibración	Poco Significativo	-	4,00
EA-ABI-07	Afectación por asentamientos	Poco Significativo	-	3,93
EA-BIO-01	Remoción de cobertura vegetal, individuos arbóreos y descapote de zonas verdes	Moderadamente Significativo	-	4,36
EA-BIO-02	Potencial alteración en la composición y abundancia de fauna	Moderadamente Significativo	-	5,12
EA-SOC-01	Generación de expectativas y conflictos	Moderadamente Significativo	-	5,57
EA-SOC-04	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular, conectividad local y seguridad vial.	Moderadamente Significativo	-	5,11
EA-SOC-08	Cambio en la dinámica en establecimiento	Moderadamente Significativo	-	4,92
EA-SOC-11	Fortalecimiento de la cultura ciudadana en torno a la movilidad	Significativo	+	6,14

Fuente: UT MOVIUS 2022

Los principales elementos que inciden en el cambio en la tendencia en el escenario sin proyecto es la existencia de un corredor con presencia de rutas de transporte particular y masivo consolidadas y con arraigo. Bajo este escenario no se establecen impactos con cambio muy significativo en la tendencia sobre el grupo de componentes, componente o factor analizado, dos presentan un cambio significativo, siete presentan un cambio moderadamente significativo y en dos de ellos el cambio sobre el factor analizado es poco significativo, como se presenta en la Tabla 39.

Adicionalmente, de los impactos identificados y evaluados cinco se presentan en el medio abiótico, dos en el medio biótico y los cuatro restantes en el medio socioeconómico y cultural

0.10.1.2. Escenario con proyecto

Con la identificación de las actividades, se evalúan y analizan los posibles impactos que ocasionará sobre la comunidad y el medio ambiente, el proyecto L2MB.

Tabla 40. Impactos escenario con proyecto

Nombre del impacto		Clasificación		
		Significancia	Clase	Puntuación
EA-ABI-01	Aprovechamiento de materiales de construcción por la disminución y reutilización de residuos de construcción y demolición	Poco Significativo	+	3,24
EA-ABI-02	Alteración de la calidad suelo	Poco Significativo	-	2,96
EA-ABI-03	Afectación al componente de aguas subterráneas	Poco Significativo	-	3,28
EA-ABI-04	Alteración de la calidad del aire	Poco Significativo	-	3,43
EA-ABI-05	Alteración de los niveles de presión sonora.	Moderadamente Significativo	-	5,55
EA-ABI-06	Alteración de los niveles de vibración	Poco Significativo	-	3,98
EA-ABI-07	Afectación por asentamientos	Moderadamente Significativo	-	4,15
EA-ABI-08	Reducción de Gases Efecto Invernadero	Moderadamente Significativo	+	5,79
EA-BIO-01	Remoción de cobertura vegetal, individuos arbóreos y descapote de zonas verdes	Moderadamente Significativo	-	5,56
EA-BIO-02	Potencial alteración en la composición y abundancia de fauna	Moderadamente Significativo	-	5,97
EA-BIO-03	Potencial afectación de elementos de la Estructura Ecológica Principal- EEP	Moderadamente Significativo	-	4,70
EA-BIO-04	Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje	Moderadamente Significativo	-	5,32
EA-SOC-01	Generación de expectativas y conflictos	Moderadamente Significativo	-	5,36
EA-SOC-02	Cambio en la participación ciudadana por nuevas dinámicas de movilidad y accesibilidad	Moderadamente Significativo	+	4,83
EA-SOC-03	Reconfiguración de red institucional para la construcción de vida urbana alrededor de la Línea 2 del Metro de Bogotá	Moderadamente Significativo	+	5,06
EA-SOC-04	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular, conectividad local y seguridad vial.	Moderadamente Significativo	-	4,39
EA-SOC-05	Afectación a la infraestructura pública y social	Poco Significativo	-	3,25
EA-SOC-06	Traslado involuntario de población previo a las actividades de construcción	Significativo	-	6,30

Nombre del impacto		Clasificación		
		Significancia	Clase	Puntuación
EA-SOC-07	Generación temporal de empleo	Poco Significativo	+	3,76
EA-SOC-08	Cambio en la dinámica en establecimiento	Moderadamente Significativo	-	4,92
EA-SOC-09	Ocupación y nuevas dinámicas del comercio informal	Moderadamente Significativo	-	5,44
EA-SOC-10	Cambios en la ocupación y valor del suelo	Moderadamente Significativo	+	5,88
EA-SOC-11	Fortalecimiento de la cultura ciudadana en torno a la movilidad	Moderadamente Significativo	+	5,16
EA-SOC-12	Afectación al patrimonio arqueológico	Moderadamente Significativo	-	5,84
EA-SOC-13	Afectación al Patrimonio Cultural	Moderadamente Significativo	-	5,36

Fuente: UT MOVIUS 2022

Con base en la evaluación de impactos y su clase, a continuación se establece a través de la jerarquización los impactos de mayor a menor significancia, En el escenario con proyecto se registran 25 impactos . En las siguientes tablas se presenta su significancia tanto para los impactos positivos como para los negativos.

Tabla 41. Impactos positivos en el escenario con proyecto

Nombre del impacto		Clasificación		
		Significancia	Clase	Puntuación
EA-ABI-01	Aprovechamiento de materiales de construcción por la disminución y reutilización de residuos de construcción y demolición	Poco Significativo	+	3,24
EA-ABI-08	Reducción de Gases Efecto Invernadero	Moderadamente Significativo	+	5,79
EA-SOC-02	Cambio en la participación ciudadana por nuevas dinámicas de movilidad y accesibilidad	Moderadamente Significativo	+	4,83
EA-SOC-03	Reconfiguración de red institucional para la construcción de vida urbana alrededor de la Línea 2 del Metro de Bogotá	Moderadamente Significativo	+	5,06
EA-SOC-07	Generación temporal de empleo	Poco Significativo	+	3,76
EA-SOC-10	Cambios en la ocupación y valor del suelo	Moderadamente Significativo	+	5,88
EA-SOC-11	Fortalecimiento de la cultura ciudadana en torno a la movilidad	Moderadamente Significativo	+	5,16

Fuente: UT MOVIUS 2022

En cuanto a los impactos negativos en el escenario sin proyecto, a continuación, se presenta su cuantificación

Tabla 42. Impactos negativos en el escenario con proyecto

Nombre del impacto		Clasificación		
		Significancia	Clase	Puntuación
EA-ABI-02	Alteración de la calidad suelo	Poco Significativo	-	2,96
EA-ABI-03	Afectación al componente de aguas subterráneas	Poco Significativo	-	3,28
EA-ABI-04	Alteración de la calidad del aire	Poco Significativo	-	3,43
EA-ABI-05	Alteración de los niveles de presión sonora.	Moderadamente Significativo	-	5,55
EA-ABI-06	Alteración de los niveles de vibración	Poco Significativo	-	3,98
EA-ABI-07	Afectación por asentamientos	Moderadamente Significativo	-	4,15
EA-BIO-01	Remoción de cobertura vegetal, individuos arbóreos y descapote de zonas verdes	Moderadamente Significativo	-	5,56
EA-BIO-02	Potencial alteración en la composición y abundancia de fauna	Moderadamente Significativo	-	5,97
EA-BIO-03	Potencial afectación de elementos de la Estructura Ecológica Principal- EEP	Moderadamente Significativo	-	4,70
EA-BIO-04	Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje	Moderadamente Significativo	-	5,32
EA-SOC-01	Generación de expectativas y conflictos	Moderadamente Significativo	-	5,36
EA-SOC-04	Cambios en la movilidad peatonal y vehicular, conectividad local y seguridad vial.	Moderadamente Significativo	-	4,39
EA-SOC-05	Afectación a la infraestructura pública y social	Poco Significativo	-	3,25
EA-SOC-06	Traslado involuntario de población previo a las actividades de construcción	Significativo	-	6,30
EA-SOC-08	Cambio en la dinámica en establecimiento	Moderadamente Significativo	-	4,92
EA-SOC-09	Ocupación y nuevas dinámicas del comercio informal	Moderadamente Significativo	-	5,44
EA-SOC-12	Afectación al patrimonio arqueológico	Moderadamente Significativo	-	5,84
EA-SOC-13	Afectación al Patrimonio Cultural	Moderadamente Significativo	-	5,36

Fuente: UT MOVIUS 2022

Como resultado de la calificación de los impactos que el proyecto puede generar sobre el territorio se obtuvo el valor de significancia de cada uno de ellos, identificando que uno ha sido catalogado con grado de significativo sobre el territorio, (Traslado involuntario de población previo a las actividades de construcción).



De acuerdo a lo anterior y a manera de conclusión, y tomando como base la La jerarquía de mitigación se plantean las medidas de manejo 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.

Tabla 43. Resultado de la Jerarquización de mitigación de impactos

Impactos atendidos	Tipo de medida
EA-ABI-01 Aprovechamiento de materiales de construcción por la disminución y reutilización de residuos de construcción y demolición	Preventiva
EA-ABI-02 Alteración de la calidad suelo	Preventiva
EA-ABI-03 Afectación al componente de aguas subterráneas	Preventiva
EA-ABI-04 Alteración de la calidad del aire	Mitigación
EA-ABI-05 Alteración en los niveles de presión sonora	Mitigación
EA-ABI-06 - Variación niveles de vibraciones	Mitigación
EA-ABI-07 Afectación por asentamientos	Mitigación
EA-ABI-08 Reducción de Gases Efecto Invernadero	Mitigación
EA-BIO-01 Remoción de cobertura vegetal, individuos arbóreos y descapote de zonas verdes	Prevención, mitigación y compensación
EA-BIO-02. Potencial alteración en la composición y abundancia de fauna	Prevención, mitigación y compensación
EA-BIO-03 Potencial afectación de elementos de la Estructura Ecológica Principal- EEP	Prevención y mitigación
EA-BIO-04 - Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje	Prevención, mitigación y compensación
EA-SOC 01 Generación de expectativas y conflictos	Medidas de prevención
EA-SOC 02 Cambio en la participación ciudadana por nuevas dinámicas de movilidad y accesibilidad.	Medidas de prevención
EA-SOC 03 Reconfiguración de red institucional para la construcción de vida urbana alrededor de la Línea 2 del Metro de Bogotá	Medidas irreversibles

Impactos atendidos	Tipo de medida
EA-SOC 04 Cambios en la movilidad y accesibilidad de los actores viales.	Medidas irreversibles
EA-SOC 05 Afectación a la infraestructura pública y social.	Medidas de mitigación
EA-SOC 06 Traslado involuntario de población previo a las actividades constructivas.	Medidas de compensación
EA-SOC 07 Generación temporal de empleo	Reversible a corto plazo
EA-SOC 08 Cambio en la dinámica en establecimiento	Medidas de compensación
EA-SOC 09 Ocupación y nuevas dinámicas del comercio informal.	Medidas de prevención
EA-SOC 10 Cambios en la ocupación y valor del suelo.	Medidas de mitigación
EA-SOC 11 Fortalecimiento de la cultura ciudadana en torno a la movilidad.	Medidas potenciables
EA-SOC 12 Afectación al patrimonio arqueológico	Medidas de prevención y mitigación
EA-SOC 13 Afectación al Patrimonio Cultural	Medidas de compensación

UT MOVIUS 2022

La alteración y fragmentación del hábitat durante la construcción y mantenimiento de los proyectos ferroviarios pueden provocar la alteración o perturbación de hábitats terrestres y acuáticos²⁸. Con respecto al proyecto L2MB se estableció dentro de la jerarquía de mitigación de los impactos sobre los hábitat naturales, la biodiversidad y los diferentes elementos de la EEP, entre ellos los humedales, los siguientes criterios eminentemente de carácter preventivo:

- Evitar la fragmentación o intervención de hábitat terrestres y acuáticos durante el proceso de la localización de las estaciones, pozos de ventilación, campamentos, patio taller y demás infraestructura necesaria para el proyecto. El trazado del corredor férreo del metro se realiza de forma subterránea y el cruce por áreas de importancia ecosistémica como lo son el paso por el brazo del humedal Juan Amarillo, o los elementos de la EEP asociados con los canales Salitre y Cafam, y el río Salitre, se realiza a varios metros de profundidad sin intervenir las áreas superficiales en donde las entidades y las autoridades ambientales han establecido las normas de usos de estas áreas y las delimitaciones espaciales mediante actos administrativos distritales, o de



²⁸ CORPORACIÓN FINANCIERA INTERNACIONAL-IFC. Grupo del Banco Mundial. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para ferrocarriles. 30 de abril de 2007.

acuerdo con los Planes de Manejo Ambiental establecidos para los humedales Juan Amarillo o Tibabuyes y La Conejera por la SDA.

- Evitar la construcción de obras del proyecto L2MB en los cuerpos de agua y canales que son cruzados por el trazado del corredor del metro. Lo anterior, previene la fragmentación e intervención de hábitat acuáticos, evita la afectación de la vegetación acuática, la interrupción del flujo de agua y la remoción de material de fondo que acarrea cambios en la calidad fisicoquímica del agua. El cruce por estos lugares se realiza de forma subterránea y garantizando un estricto seguimiento del comportamiento a los niveles de las aguas freáticas en especial en el sector del humedal Juan Amarillo o Tibabuyes.

De acuerdo con lo anterior, no hay fragmentación ni intervención de hábitat terrestres y acuáticos generados por L2MB. El trazado del proyecto en el cruce del humedal Juan Amarillo o Tibabuyes, en el Club los Lagartos y en los Canales Salitre, Cafam y el río Salitre se realiza de forma subterránea. Con respecto al humedal la Conejera, este ecosistema no es intervenido por el proyecto.

0.10.2. Riesgos ambientales y sociales

La identificación de los riesgos se realizó a partir de la evaluación de los diferentes eventos amenazantes presentes en el área de interés, teniendo en cuenta qué elementos pueden afectarse en diferentes escenarios y en diferentes fases del proyecto. Se definieron los tipos de amenazas exógenas y endógenas del proyecto tanto en su etapa constructiva como operativa. Para el proyecto L2MB se definieron tres tipos de amenazas: naturales, antrópicas y operativas, a partir del conocimiento de las condiciones de la zona y la posible influencia del proyecto sobre la misma.

Tabla 44. Identificación de los escenarios de riesgo

Origen		Descripción		Metodología de Estimación de la Probabilidad
Riesgos Exógenos	Naturales	1	Procesos de remoción en masa	Con base en la interacción de los factores intrínsecos tales como el tipo de material, pendientes de las ladera, tipo de vegetación, entre otros; y los factores detonantes que intervienen en la generación de los procesos de remoción en masa dentro de los cuales se contempla la precipitación y los sismos, se define la amenaza del terreno teniendo en cuenta la zonificación geotécnica realizada en el numeral 5.1.1 y que se basa en la metodología propuesta por Ramírez y González (1989) para la evaluación de estabilidad para zonas homogéneas. Esta metodología define zonas homogéneas a partir de las condiciones litológicas, topográficas y climáticas, y asigna una categoría de estabilidad. La metodología evalúa ocho parámetros y por último se integran todas estas variables con la ayuda del sistema de información geográfica ArcGis. Los parámetros involucrados en la zonificación geotécnica se presentan a continuación:

Origen		Descripción		Metodología de Estimación de la Probabilidad
				Tipo de material - Geología (M) Relieve – Pendiente del terreno (R) Drenaje (D) Geomorfología y procesos morfodinámicos- Erosión (E) Clima – Precipitación (C) Vegetación – Cobertura vegetal (V) Sismicidad (S) Evidencia de procesos antiguos de inestabilidad (F)
		2	Sismos	Recopilación de eventos sísmicos registrados, eventos sísmicos asociados a fallas, distribución de magnitudes y relaciones de atenuación, relación de registros con el mapa de valores de Aa vigente para el territorio nacional y las Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de Aa.
		3	Inundaciones	Recopilación de eventos de inundaciones registrados, eventos sísmicos asociados a fallas, distribución de magnitudes y relaciones de atenuación, relación de registros con el mapa
		4	Avenidas torrenciales	Recopilación de eventos Avenidas torrenciales registrados, eventos sísmicos asociados a fallas, distribución de magnitudes y relaciones de atenuación, relación de registros con el mapa.
		5	Licuación	Recopilación de eventos licuación registrados, eventos sísmicos asociados a fallas, distribución de magnitudes y relaciones de atenuación, relación de registros con el mapa.
		6	Incendios forestales	Protocolo para la realización de mapas de zonificación de riesgos a incendios de la cobertura vegetal escala 1:100.00. IDEAM
	Antrópicos	7	Actos mal intencionados por terceros	Debido a eventos y registros históricos en Colombia asociados con actos mal intencionados por terceros sobre los bienes públicos y privados, se puede generar suspensión parcial de las actividades.
		8	Denuncias, imputaciones o demandas	Debido a eventos y registros históricos en Colombia asociados con denuncias o imputaciones o demandas sobre los bienes públicos y privados, se puede generar suspensión parcial de las actividades.
		9	Bloqueos o sabotajes sobre la infraestructura	Debido a eventos y registros históricos en Colombia asociados con Bloqueos o sabotajes sobre la infraestructura sobre los bienes

Origen		Descripción		Metodología de Estimación de la Probabilidad
				públicos y privados, se puede generar suspensión parcial de las actividades.
		10	Incendios y/o explosiones	Debido a eventos y registros históricos en Colombia asociados con Incendios y/o explosiones sobre los bienes públicos y privados, se puede generar suspensión parcial de las actividades.
		11	Inundaciones (Rompimiento del Jarillón del río Bogotá)	Debido a eventos y registros históricos en Colombia asociados con Inundaciones (Rompimiento del Jarillón del río Bogotá) sobre los bienes públicos y privados, se puede generar suspensión parcial de las actividades.
Riesgos Endógenos	Técnico / Diseño / Ingeniería / Operativas	12	Derrames de hidrocarburos	De acuerdo a los eventos y registros históricos relacionados con Derrames de hidrocarburos en este tipo de proyectos e instalaciones similares.
		13	Derrame menor de combustible o sustancias químicas	Debido a los posibles actos inseguros en el almacenamiento y manipulación de 10 litros de combustible en cada torre; pueden ocurrir derrames menores, lo cual conlleva a generar afectaciones menores sobre el medio receptor.
		14	Incendios y/o explosiones	De acuerdo a los eventos y registros históricos relacionados con Incendios y/o explosiones en este tipo de proyectos e instalaciones similares.
		15	Fallas estructurales	Debido a eventos y registros históricos relacionados con incendios en las líneas de transmisión eléctrica, al presentarse contingencias eléctricas como cortocircuitos en las redes del sistema eléctrico o en los sistemas eléctricos de la infraestructura de soporte.
		16	Falla en los sistemas de transporte y desplazamiento	De acuerdo a los eventos y registros históricos relacionados con fallas estructurales en este tipo de proyectos e instalaciones similares.
		17	Falla en el suministro eléctrico	De acuerdo a los eventos y registros históricos relacionados con Falla en el suministro eléctrico en este tipo de proyectos e instalaciones similares.
		18	Fallas en los sistemas de alcantarillado de patio taller	De acuerdo a los eventos y registros históricos relacionados con Fallas en los sistemas de alcantarillado de patio taller en este tipo de proyectos e instalaciones similares.
		19	Falla del sistema de impermeabilización	De acuerdo a los eventos y registros históricos relacionados con Falla del sistema de impermeabilización en este tipo de proyectos e instalaciones similares.

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.10.3. 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).

Actualmente, no existe una única práctica de evaluación y gestión de los impactos acumulativos aceptada globalmente. Sin embargo, es importante reconocer que durante el proceso de identificación de los impactos y riesgos ambientales y sociales, las diferentes actividades y proyectos pueden producir impactos acumulativos en componentes ambientales y sociales valorados (VEC por sus siglas en inglés - Valued Environmental and Social Components) sobre los que otras actividades o proyectos existentes o futuros también podrían tener efectos negativos. De esta manera, se busca, en la medida de lo posible, que se evite y/o minimice su contribución a estos impactos acumulativos.

El análisis de impactos acumulativos es un proceso sistemático para evaluar las consecuencias ambientales directas o indirectas de políticas, planes o programas con el fin de asegurar que se incorporen plenamente y se aborden adecuadamente en la etapa más temprana de la toma de decisiones, a la par con las consideraciones económicas y sociales. Si el estado actual de un VEC ya se conoce, así como la tendencia de su condición, es más fácil y rápido establecer la contribución incremental a los impactos acumulativos. De igual manera, la forma más efectiva y eficiente para manejar los impactos y riesgos acumulativos, es cuando las medidas de mitigación forman parte integral de los planes y estrategias del proyecto.

Los conceptos clave para el entendimiento, análisis y desarrollo en torno a la evaluación de impactos acumulativos son:

- Evaluación de impactos ambientales: proceso de identificar, predecir, evaluar y mitigar los efectos (impactos) biofísicos, sociales y de otra índole del proyecto de análisis, en una etapa previa a las decisiones importantes y establecimiento de compromisos.
- Evaluación ambiental estratégica: proceso sistemático para evaluar las consecuencias ambientales directas o indirectas de políticas, planes o programas con el fin de asegurar que se incorporen plenamente y se aborden adecuadamente en la etapa más temprana de la toma de decisiones, a la par con las consideraciones económicas y sociales. Esta evaluación es realizada típicamente al nivel del proyecto, pero puede ser regional u otro nivel.
- Efectos acumulativos: cambios ambientales causados por una acción o actividad en combinación con otras acciones o actividades humanas en el pasado, presente y futuro.
- Propósitos del análisis de impactos acumulativos:
 - Conceptual – los impactos ambientales por su naturaleza no son singulares, son acumulativos o múltiples en su efecto
 - Regulatorio y legal – es un requisito de un EIA la aplicación de la legislación.
 - Planeación – gestión del ordenamiento territorial considerando los proyectos futuros
 - Idealista – mitigación y sostenibilidad
 - Práctica – presión de las ONGs
- Componente de valor (VEC): cada parte del ambiente considerada importante por el desarrollador, el público, los científicos y el gobierno involucrados en el proceso de evaluación ambiental. La importancia debe ser determinada en función de las bases de valores culturales o preocupación científica (CEAA, 1999). Debe ser medible en una forma práctica y costo efectiva.

- Desafíos de la evaluación:
 - Datos e información (vacíos o a veces sobre información)
 - Realización de un proceso práctico y eficaz
 - Límites de responsabilidad del proponente
 - Voluntad política
 - Confidencialidad
 - Control de terceros
 - Problemas de gestión e implementación de las medidas de mitigación

0.10.3.1. Análisis de impactos acumulativos

Los pasos básicos de la evaluación y gestión de impactos acumulativos definidos por el International Finance Corporation – IFC del World Bank Group se presentan en la Figura 39.

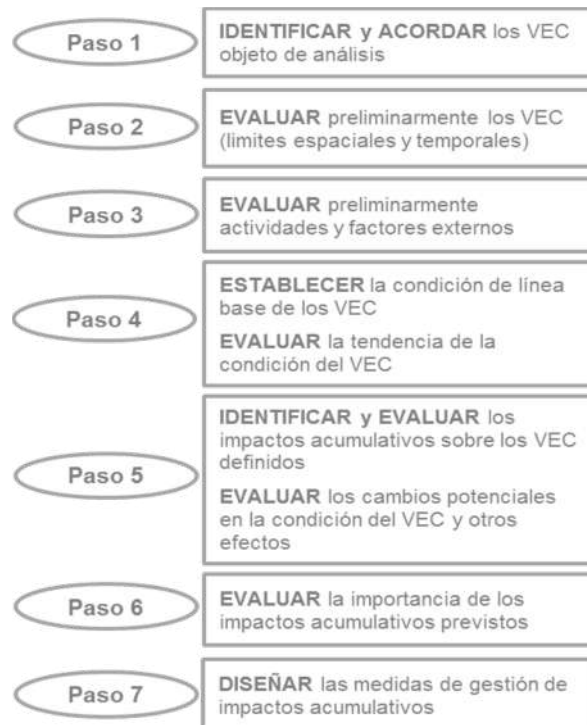


Figura 55. Pasos para la evaluación de impactos acumulativos
Fuente: International Finance Corporation – IFC del World Bank Group

0.10.3.2. Selección de los VEC. (PASO 1)



Teniendo en cuenta el propósito del proyecto en su contexto temporal y regional, así como el análisis de los impactos definidos previamente para las fases de pre construcción, construcción y operación, se seleccionaron los siguientes VEC

(Véase Tabla 45), a partir de las temáticas identificadas como claves y el resultado de un trabajo interdisciplinario por parte del panel de expertos.

Tabla 45. Impactos acumulativos identificados y su VEC asociado

Impacto	Componente Valor (VEC)
Alteración de la calidad del aire	Aire
Modificación de los niveles de ruido ambiental	Ruido ambiental
Alteración a la movilidad peatonal y vehicular	Movilidad
Cambio en la dinámica económica del comercio en establecimiento Cambio en la dinámica económica del comercio informal	Economía
Disponibilidad de áreas de compensación	Áreas de compensación
Disponibilidad de áreas para la disposición de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)	Áreas para disposición de RCD

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.10.3.3. Límites espaciales y temporales de los VEC



La espacialidad y temporalidad definida para el análisis de cada VEC, considera inicialmente la duración de las fases de pre construcción, construcción y operación y su localización en la ciudad de Bogotá D.C (Véase Tabla 46).

Tabla 46. Temporalidad y espacialidad de los VEC

VEC	Temporalidad	Espacialidad
Aire	Se considera que este impacto es acumulativo durante todas las fases del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, es decir mayor a 10 años. Así mismo las condiciones de la ciudad ocasionan que actualmente se desarrolle este impacto.	Si bien el Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá está delimitado por su área de influencia, el impacto acumulativo sobre la calidad de aire se desarrolla en toda la ciudad, debido a la propia dinámica de la misma.
Ruido ambiental	Este impacto acumulativo se presenta durante todas las fases del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, es decir mayor a 10 años. De igual manera este impacto es acumulativo debido a las actividades propias de la ciudad.	El impacto sobre el ruido ambiental también se desarrolla en toda la ciudad, teniendo en cuenta la dinámica de la misma, que se acumula al ruido generado durante las fases del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, el cual cuenta con un área de influencia ya delimitada.

VEC	Temporalidad	Espacialidad
Movilidad	El ordenamiento actual del territorio, la expansión urbana y el aumento en la densidad poblacional han coaccionado un cambio significativo en la movilidad, por lo que la temporalidad está asociada a la dinámica de la ciudad, es este sentido se considera que este VEC es un factor que se ha presentado y se presentará durante el desarrollo de cualquier actividad relacionadas con la infraestructura vial y que será un impacto acumulativo durante todas las fases del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá.	Al igual que la temporalidad, la espacialidad de este VEC se percibe en toda la ciudad ya que las diferentes actividades u obras de infraestructura, generan cambios significativos en la movilidad de toda la ciudad.
Economía	El impacto a las actividades económicas formales e informales se presenta durante todas las fases del proyecto en la medida en que responde a las dinámicas sociales, culturales, políticas y organizativas que se suscitan en la ciudad - región. Por su naturaleza (permanente), se consideran acumulativos para el Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá.	Las actividades económicas formales e informales tienen una amplia cobertura que supera los límites departamentales y tiene efectos en la región Bogotá – Cundinamarca. Cualquier intervención en la ciudad tiene efectos sobre los diferentes sectores de la economía.
Áreas de compensación	La afectación a este componente está relacionado con la disminución de áreas de compensación disponibles para el enriquecimiento de las zonas afectadas por las obras de proyectos en ejecución en la ciudad. Por su naturaleza (permanente), se consideran acumulativos para el Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá.	Dentro del POT de Bogotá del 2021 se tiene contemplado que los proyectos de desarrollo urbano puedan generar áreas de compensación y/o cesión dentro de las Áreas Protegidas, elementos de la Estructura Ecológica Principal y estrategias de conectividad de la Estructura Ecológica Principal o sus áreas colindantes que permitan aumentar su área con fines de conectividad ecológica y aumento, generación o mejoramiento de servicios ecosistémicos. Por lo tanto, este VEC se asocia espacialmente a las zonas indicadas por el POT.
Áreas para disposición de RCD	La afectación a este componente está relacionado con la disminución de áreas disponibles para la disposición de RCD. Por su naturaleza (permanente), se consideran acumulativos para el Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá.	Los sitios de disposición final de RCD se localizarán prioritariamente en áreas cuyo paisaje se encuentre degradado, tales como minas y canteras abandonadas, entre otros. Por lo tanto, este VEC se asocia espacialmente a las zonas indicadas en el POT 2021.

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.10.3.4. Análisis de otras actividades y factores externos (PASO 3)

Teniendo en cuenta que el Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, se adelantará en una urbe intervenida donde confluyen diferentes tipos de proyectos de infraestructura en desarrollo y proyectados, es razonable indicar que se presentan algunos impactos acumulativos derivados de estas actividades.

Proyectos en desarrollo y planeados en el área de estudio.

En la Tabla 47, se presenta el listado y la estimación del tiempo de inicio de construcción de los proyectos que tendrán algún grado de incidencia en la determinación de los impactos acumulativos con este proyecto.

Tabla 47. Proyectos en desarrollo y planeados

Proyecto	Estimación en el inicio de la construcción			
	Actuales	Corto plazo (< 2 años)	Mediano plazo (Entre 2 y 10 años)	Largo plazo (> 10 años)
Corredor Férreo del Norte - Estructuración Otrosí Convenio 18 de 2019 Factibilidad Regiotram Norte			x	
Troncal Carrera 68 desde Carrera Séptima hasta Autopista Sur - Contrato E&D IDU 1345 de 2017 - En Obra	x			
Corredor Verde de la Carrera 7 desde la Calle 32 hasta la Calle 93a, Ramal de la Calle 72 entre Carrera 7 y Carrera 13 y demás obras complementarias, en Bogotá D.C. Contrato IDU No.1299 de 2021			x	
Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá	x			

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.10.3.5. Posibles Afectaciones Acumulativas del Recurso Hídrico

Como consecuencia de la conformación de la L2MB (línea del Metro, estación y pozos), es posible que el componente hidrogeológico pueda verse afectado. Específicamente las dinámicas de intercambio con las fuentes de agua superficial y los niveles freáticos. A partir de la aplicación de la metodología de evaluación de impactos no se identificó afectación en la dinámica de intercambio del sistema ni en la fase de construcción ni en la de operación, considerando los resultados del ejercicio de Modelación Hidrogeológica Numérica realizado. Para ello se llevó a cabo un análisis con el fin establecer algún tipo de afectación en términos de variación en la dinámica de intercambio entre las unidades geológicas y los sistemas de agua superficial, así como afectación a los niveles freáticos. Esto producto de la conformación de las obras que incluyen la línea subterránea del metro.

0.10.3.6. Posibles Afectaciones Acumulativas a la Biodiversidad

En términos de biodiversidad es necesario considerar que gran parte del área a intervenir por el Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá se encuentra en una matriz urbana y la fauna dominante en su mayoría está conformada por especies sinantrópicas. Estas especies cuentan con un potencial de adaptación a cambios en el terreno y es muy versátil ante la presencia de edificaciones (que incluso utilizan como refugio o puntos para anidación). Sin embargo, hay porciones de terreno que se conforman por otro tipo de coberturas vegetales y por ende cuentan con una composición diferente de las comunidades faunísticas. Es el caso de zonas como el Patio taller, el campamento o las estaciones 9, 10 y 11, que por ocupar espacios que corresponden a zonas verdes tendrán mayor incidencia en el desplazamiento de fauna por la inhabilitación de estos hábitats. De igual manera, por su cercanía a zonas con mayor flujo de especies faunísticas, se producirán colisiones y accidentalidad de individuos, para lo cual se han establecido las respectivas medidas de manejo.

El impacto del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá se considera moderadamente significativo teniendo en cuenta las condiciones actuales de las coberturas vegetales que son usadas como hábitat por la fauna, así como de la riqueza y composición de la fauna. Estas especies de hábitos generalistas logran soportar en diferente medida la intervención antrópica. Una especie generalista es aquella especie capaz de desarrollarse en una amplia gama de condiciones ambientales y que puede hacer uso de una amplia variedad de recursos. Si bien la alteración del hábitat y los efectos de las actividades de construcción y operación inciden en la mayoría de especies silvestres y los registros en el área incluyen tanto especies generalistas como especialistas, aquellas de abundancias mayores son especies con una considerable tolerancia a las intervenciones. En adición, el área de influencia biótica ya presenta alteración por las actividades antrópicas que se realizan (zonas verdes usadas como cancha de fútbol, ingreso de animales domésticos, entre otras) y no se tiene prevista alteración ni intervención directa de zonas de mayor importancia para la fauna (humedal Juan Amarillo, humedal La Conejera, río Bogotá, Club Los Lagartos). No obstante, sí puede verse afectada indirectamente la fauna que allí vive (particularmente aquellas del humedal La Conejera y el segmento cercano al proyecto del río Bogotá) debido a la cercanía con la construcción y operación de las actividades de la línea de metro.

En este orden de ideas, a pesar de que se evidencia afectación a la biodiversidad por la ejecución del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, no es considerablemente significativo por el tipo de fauna allí presente, la cual cuenta con una capacidad de adaptación a intervenciones antrópicas. Por lo tanto, no se considera que la ejecución simultánea de los otros proyectos considerados pueda significar acumulación o incremento del impacto, ya que se planean ejecutar en zonas donde predominan este tipo de especies. Además, no se evidencia ejecución de actividades en zonas de mayor importancia para la fauna como el humedal Juan Amarillo, humedal La Conejera, río Bogotá, Club Los Lagartos, por parte de estos proyectos.

0.10.3.7. Medidas de gestión y recomendaciones (PASO 7)

Si bien la afectación de los diferentes proyectos analizados es mayoritaria, la porción relativa adicional del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá es menor en todos los casos, de esta manera se puede decir que los mayores riesgos están asociados a las condiciones actuales de la ciudad y no por causa específica del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá.

En términos generales, las afectaciones en la movilidad, derivadas por los incremento de cierres viales, constituyen los mayores impactos identificados por la ejecución de las obras. Los proyectos como la Troncal del Transmilenio de la Carrera 68 y el Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá inciden directamente en la movilidad de la ciudad, debido a su actual estado de ejecución. Por lo tanto, el impacto a la movilidad de la ciudad se incrementará durante la etapa constructiva del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, para lo cual será necesaria la implementación de las respectivas medidas de manejo durante su ejecución.

Las actividades para el mejoramiento de las relaciones con comunidades del área de interés pueden incluir acciones para mejorar su calidad de vida, más si se relacionan con afectaciones directas de la construcción u operación del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, en el marco de la legislación ambiental aplicable.

Las principales recomendaciones y medidas de gestión se describen a continuación:

Recomendaciones:

- Con el fin de identificar y proponer medidas de manejo efectivas para impactos acumulativos en la ciudad de Bogotá D.C., es importante contar con información actualizada y de fácil acceso que brinden un panorama ambiental actual y las tendencias del mismo.
- Es importante adelantar de manera periódica los monitoreos de contaminantes atmosféricos y ruido en los corredores viales.
- Seguir los protocolos de monitoreo y evaluar a través de indicadores la gestión de calidad del aire y el ruido ambiental para conocer su estado y tomar las medidas correspondientes para su manejo.
- Con respecto a las emisiones de materiales contaminantes, es necesario identificar a nivel Distrital, iniciativas internacionales como bonos, programas del BID, captura de CO₂, entre otros para adelantar proyectos acorde los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Es de vital importancia el fortalecimiento y articulación de las instituciones, encargadas de la planeación y ordenamiento del territorio en la ciudad de Bogotá, lo cual implica un proceso en el cual tanto las comunidades, los sectores públicos y privados deban converger en proyectos que busquen una mejora en la calidad de vida de los ciudadanos, así como la conservación y protección de los servicios ecosistémicos.

Medidas de gestión

- El Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá cuenta con medidas de manejo, seguimiento y monitoreo enfocadas en prevenir, corregir, mitigar y compensar, los impactos ambientales generados durante todas sus fases. De esta manera es necesario articular otras medidas de gestión para el manejo de impactos acumulativos causados por actividades ajenas al Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá.
- Asegurar el óptimo funcionamiento de los vehículos del Proyecto a fin de reducir las emisiones de gases de combustión, así como la generación de polvo durante las actividades de movimiento de tierra.
- Asegurar que las unidades de transporte y maquinaria cumplan con las especificaciones establecidas para su correcto funcionamiento asegurando el cumplimiento de la legislación ambiental vigente en materia de emisión de ruido.

- Contar con una adecuada planeación de proyectos de infraestructura vial en concordancia con la gestión ambiental de la ciudad y el desarrollo sostenible, mediante la articulación y apoyo institucional.
- Establecer indicadores y medidas de evaluación de emisiones atmosféricas y ruido ambiental para cada proyecto que genere impactos acumulativos y que tenga relevancia en las características propias de la ciudad.
- Formulación de medidas de monitoreo y seguimiento que puedan brindar las alertas necesarias para poder actuar de manera oportuna y eficiente bajo dichas situaciones.
- Promoción de siembra de árboles a través de entidades Distritales adicionales a las compensaciones del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, que actúen como atenuantes para el control de material particulado y ruido ambiental.
- Realizar de manera periódica diagnósticos locales y regional del estado ambiental y presentar resultados apoyados de su respectiva cartografía así como describir la tendencia histórica zonificada de uso del territorio, prácticas culturales y religiosas de interés en torno a ecosistemas y recursos naturales, de manera que se encuentren los parámetros clave para potencializar su desarrollo.
- Priorizar áreas de protección y conservación a mediano y largo plazo, al igual que las áreas aptas para el desarrollo de proyectos de infraestructura.
- Indagar e involucrar proyectos nacionales e internacionales para el apoyo en conservación de ecosistemas de interés y actividades sostenibles aplicables a la zona.
- Tener muy en cuenta las observaciones y comentarios de las comunidades aledañas a la zona del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, con el fin de dar prioridad a los problemas más relevantes para las comunidades, incluyendo aquellos que no necesariamente se relacionen con impactos del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá.
- Adelantar de manera conjunta con el Distrito actividades puntuales que mejoren la calidad de vida de las comunidades y que pueden mejorar de forma significativa la visión del Proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá ante las mismas.
- Identificar y proponer acciones de mejora y adaptación a los posibles cambios esperados para la legislación ambiental nacional y así planear las acciones complementarias a largo plazo de predicción y atención a los futuros requerimientos de la autoridad ambiental.
- En relación con la disponibilidad de área para compensación, es necesario planear mesas de trabajo con la Secretaría Distrital de Ambiente en la etapa de preconstrucción para garantizar la búsqueda y selección de lugares disponibles para llevar a cabo las actividades de compensación.
- La ejecución simultánea de proyectos propicia un aumento de la generación de RCD. Sin embargo, la normatividad vigente exige a partir del 2023 el aprovechamiento de un porcentaje de los RCD producidos de acuerdo con la categoría del municipio. De esta manera se puede mitigar el VEC asociado con la disminución de las áreas de disposición de RCD. En todo caso, actualmente la ciudad cuenta con 42 sitios de disposición y tratamiento de RCD. Por lo tanto, durante la etapa de preconstrucción se determinará la selección de los sitios para la disposición de RCD generados por el proyecto.
- Así mismo, es necesario considerar las medidas de manejo planteadas en los programas PMA-ABI-01 (Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación), PMA-ABI-07 (Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire), PMA-ABI-08 (Programa de manejo de ruido), que se encuentran en el Capítulo 10.



0.10.4. Beneficios de los impactos ambientales y sociales

La Línea 2 del Metro de Bogotá es un proyecto que tiene como objetivo principal, dotar a Bogotá de un medio de transporte masivo de pasajeros que se integre al sistema público actual que permita mejorar la movilidad de la población y la congestión vehicular existente en el área metropolitana de la ciudad, por lo cual, de entrada, implica un proyecto comprometido con el desarrollo social y el desarrollo económico de la ciudad, favoreciendo a millones de habitantes en

un tema crítico y fundamental como lo es la movilidad y de paso impulsando el crecimiento económico al mejorar las condiciones de competitividad.

Si se analiza el proyecto desde el sostenimiento ambiental y social, debe primero enfocarse en los fundamentos definidos (rendimiento, contaminación y agotamiento), y orientado hacia los recursos naturales que el proyecto demandará en la fase de construcción y/o operación, donde lo que corresponde al agotamiento de recursos, no se requiere la captación de agua de recursos superficiales o subterráneos naturales, por lo cual no se expone ningún recurso al agotamiento. De la misma manera, no requiere el aprovechamiento directo de fuentes de materiales por parte del contratista de obra, estos serán suministrados por proveedores que cuenten con permisos y planes de manejo ambiental aprobados por la autoridad ambiental correspondiente y con los permisos de explotación minera vigentes.

Todos los materiales sobrantes tendrán un tratamiento adecuado dependiendo del tipo de residuo a generarse, enmarcado en el Plan de Manejo Ambiental de los impactos del proyecto, en lo referente a manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación, manejo de materiales y equipo de construcción y manejo de residuos sólidos, industriales y especiales.

Un aspecto fundamental que debe destacarse, y que va directamente ligado al tema de la contaminación, y sobre todo al cambio climático, es el tema de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) tales como Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Ozono (O₃), los compuestos clorofluorocarbonados (CFCs) y vapor de agua (H₂O), en el que la Extensión de la PLMB, se muestra como un reductor efectivo de este tipo de gases, pues los GEI provienen de la quema de la combustión de los combustibles fósiles, las actividades de fabricación de combustibles y las fugas en la manipulación de los mismos, siendo en el sector transporte, las actividades de la quema de combustibles correspondientes a los combustibles usados (Diesel, gasolina, alcohol carburante y Gas Natural Vehicular (GNV)), mientras que el viaducto ferroviario funcionará en su totalidad con energía eléctrica, lo que genera una reducción de GEI, principalmente el CO₂.

Con lo anterior se considera que la L2MB, no tendrá conflictos ambientales y sociales pues propone una solución al problema de movilidad de la ciudad de Bogotá, sin comprometer recursos naturales, reduciendo la emisión de GEI en el contexto del cambio climático, proporcionando planes de manejo y gestión eficaz para el manejo de residuos y material sobrante y garantizando la inclusión social pues mejora la calidad de vida de millones de habitantes.

Con respecto al humedal Juan Amarillo o Tibabuyes y el humedal La Conejera en categoría de sitios Ramsar, aunque no son intervenidos por el proyecto L2MB, se formulan medidas de restauración ecológica para la recuperación de un sector del humedal La Conejera, como medida compensatoria por la intervención de 0,02 ha de bosque de galería o ripario que será afectado por la construcción del patio taller. Lo anterior se enmarca en las políticas del Banco Mundial en el Estándar Ambiental y Social 6 : Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos²⁹ y en la Norma de Desempeño Ambiental y Social 6 Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de Recursos Naturales Vivos del BID³⁰ en las cuales, cuando se intervenga un hábitat natural y se registren impactos residuales a pesar de los esfuerzos para evitar, minimizar y mitigar los impactos, se podrán incluir compensaciones por pérdidas de la biodiversidad que se ajusten al principio “comparable o mejor”. Esta compensación se formula en detalle en Plan de Compensación por pérdida de biodiversidad del presente EIAS.



0.11. ZONIFICACIÓN DE MANEJO AMBIENTAL

²⁹ Marco Ambiental y Social del Banco Mundial, Banco Mundial, Washington, DC. Licencia: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO. 2016.

³⁰ BID. Marco de política ambiental y social. Septiembre, 2020.

0.11.1. Medio Físico / Biótico

Como se observa en la Figura 56 se presenta una predominancia de las áreas de intervención con restricción baja asociadas a zonas con uso adecuado del suelo y sin presencia de zonas de riesgos por fenómenos de remoción en masa y por avenidas torrenciales. Para estas zonas el manejo se encuentra orientado al uso de adecuadas prácticas ambientales y al cumplimiento de las medidas de manejo establecidas en los siguientes programas de manejo:

Tabla 48. Zonificación ambiental para el Medio Abiótico

Categoría de zonificación de manejo	Participación en el área de influencia	
	(ha)	(%)
Áreas de Exclusión	0,0	0,0%
Áreas de Intervención con restricción alta	72,06	30,76%
Áreas de Intervención con restricción media	13,09	5,54%
Áreas de Intervención con restricción baja	150,46	63,70%
Áreas de Intervención	0,0	0,0%
Total Área de Influencia Medio Abiótico	236,21	100%

Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 56. Zonificación de manejo ambiental para el medio abiótico
Fuente: UT MOVIVUS 2022

Las áreas de intervención que predominan en el medio abiótico son las de restricción baja en las zonas de las estaciones Estaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 en las que no se encuentran áreas susceptibles de avenidas torrenciales ni conflictos por uso del suelo. También se identifican zonas de alta sensibilidad en las estaciones 11, 6 y área de patio taller, debido a la alta amenaza por inundaciones del río Bogotá

Para estas zonas el manejo se encuentra orientado al uso de adecuadas prácticas ambientales de ingeniería así como al método constructivo y al cumplimiento de las medidas de manejo establecidas en los siguientes programas.

- PMA-ABI-01 Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación
- PMA-ABI-02 Programa de manejo de materiales
- PMA-ABI-03 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales
- PMA-ABI-04 Plan de gestión integral de residuos peligrosos
- PMA-ABI-05 Programa de manejo de obras subterráneas
- PMA-ABI-06 Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados
- PMA-ABI-07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire
- PMA-ABI-08 Programa de manejo de ruido
- PMA-ABI-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales
- PMA-ABI-10 Programa de manejo de gases efecto invernadero
- PMA-ABI-11 Programa de manejo de aceites usados
- PMA-ABI-12 Programa de manejo de rondas hídricas, sumideros y cuerpos de aguas superficiales
- PMA-ABI-13 Programa de manejo de instalaciones temporales

0.11.2. Medio Biótico

Dos tipos de zonas de manejo se encuentran en el área de influencia biótica: (i) Áreas de Intervención con restricción alta; y (ii) Áreas de Intervención con restricción media, identificadas a partir de la Zonificación ambiental del medio biótico con base en el análisis de las Áreas de Especial Importancia Ecológica - AEIA, desarrollado en el capítulo 6 de Zonificación ambiental del presente estudio.

Las restricciones de intervención de las Áreas de Intervención con restricción alta se encuentran asociadas con las limitaciones de los usos establecidos por la legislación y las normas de las autoridades competentes, y por otro lado, por los componentes bióticos que sustentan la biodiversidad y la funcionalidad ecosistémica.

En las áreas con restricción alta se encuentran los Sitios Ramsar del Humedal Juan Amarillo o Tibabuyes y el Humedal La Conejera que se encuentran regulados por la legislación colombiana, mediante la Ley 357 de 1997 que aprueba la Convención Ramsar, siendo la norma que de manera expresa impone obligaciones al Estado colombiano para la conservación y protección de los humedales.

Como parte del Sistema Hídrico de la ciudad de Bogotá, pertenecen a estas áreas con restricción alta los cuerpos de agua lóticos naturales del Río Salitre, canal Cafam y canal Salitre por constituirse en áreas de importancia ecosistémica. Es así como, el Canal Salitre se encuentra normatizado en el POT de Bogotá, D.C, bajo el Decreto 555 de 29 de diciembre de 2021. El Corredor Ecológico de Ronda – CER del Canal Cafam se encuentra regulado por la Resolución 1030 del 2010 de la SDA y a su vez, la identificación y alinderamiento del CER del Río Salitre se enmarca en lo reglamentado en el Decreto 190 de 2004 de la Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.

Con respecto a las coberturas vegetales, si se requiere de alguna intervención de aquellas de carácter natural, la normatividad establece medidas de manejo compensatorio, y para el caso de la intervención de individuos arbóreos y de la flora en veda, la autoridad ambiental instauro la solicitud de permisos asociados a la demanda de recursos naturales y las respectivas medidas de tipo compensatorio.

Las áreas de intervención con restricción media, aunque transformadas por la pérdida de las características naturales, aún poseen rasgos que ameritan la aplicación de medidas de tipo preventivo y mitigatorio ante la intervención, que protejan las condiciones de restauración y de preservación de los componentes que poseen función ecológica.

Entre las Estrategias Complementarias para la conservación de la diversidad se encuentra el AICA Humedales de la Sabana de Bogotá, cuya área de intervención con restricción media se atribuye a la sensibilidad media que posee, al localizarse en su mayor parte en territorios transformados con el predominio de coberturas artificializadas de pastos limpios y tejido urbano continuo.

En relación con las coberturas presentes, hacen parte de las áreas de intervención con restricción media, las zonas verdes urbanas, los pastos limpios y los pastos enmalezados por ser áreas con vegetación transformada. De igual forma, los hábitat de fauna que comprenden las áreas artificiales (Red vial, ferroviaria y terrenos asociados, y Tejido urbano continuo) se constituyen en áreas de intervención con restricción media al ser lugares de paso o de oferta alimenticia para las especies de fauna generalistas.

En la Tabla 49 se sintetizan las zonas de manejo ambiental categorizadas para el medio biótico y en la Figura 57 se visualiza la zonificación de manejo ambiental para el medio biótico.

Tabla 49. Zonificación de manejo ambiental para el Medio Biótico

Categoría de zonificación de manejo	Participación en el área de influencia	
	(ha)	(%)
Áreas de Exclusión	0,00	0
Áreas de Intervención con restricción alta	94,05	78
Áreas de Intervención con restricción media	26,26	22
Áreas de Intervención con restricción baja	0,00	0
Áreas de Intervención	0,00	0
Total Área de Influencia Medio Biótico	120,31	100

Fuente: UT MOVIUS 2022

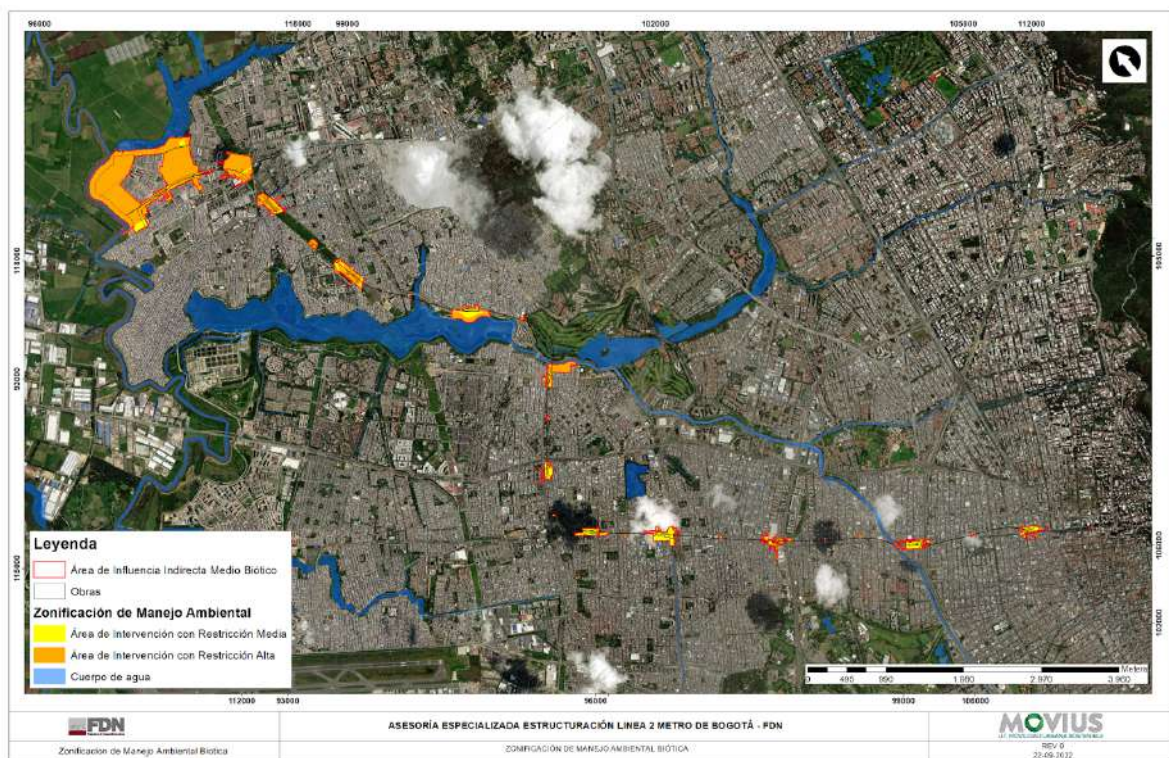


Figura 57. Zonificación de manejo ambiental para el medio biótico

Fuente: UT MOVIUS 2022

En las zonas de intervención con restricciones alta y media, el manejo se encuentra orientado hacia la ejecución de acciones de tipo preventivo, mitigatorio y compensatorio planteadas en los siguientes programas de manejo:

PMA-BIO-01 Programa de manejo y remoción de cobertura vegetal y descapote

PMA-BIO-02 Programa de manejo silvicultural

PMA-BIO-03 Programa de manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje

PMA-BIO-04 Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística

PMA-BIO-05 Programa de manejo de fauna

PMA-BIO-06 Programa de manejo de áreas de la Estructura Ecológica Principal

Igualmente se plantea, un Plan de compensación por pérdida de biodiversidad por la intervención de 0.02 ha de la cobertura de bosque de galería y ripario.

0.11.3. Medio Socioeconómico

A partir de criterios de zonificación para el medio socioeconómico, con las variables propuestas para Áreas de producción económica y Áreas de importancia social con sus respectivos niveles de sensibilidad, se realizó de acuerdo con la metodología la superposición de información temática y obtención de mapas de categorías ambientales, lo cual determinó las siguientes áreas de sensibilidad de manejo.

Tabla 50. Zonificación ambiental para el Medio Social

Categoría de zonificación de manejo	Participación en el área de influencia	
	(ha)	(%)
Áreas de Exclusión	0	0
Áreas de Intervención con restricción alta	362,928827	48,8%
Áreas de Intervención con restricción media	14,157252	1,9%
Áreas de Intervención con restricción baja	360,062413	48,4%
Áreas de Intervención	6,714607	0,9%
Total Área de Influencia Medio Social	743,863	100

Fuente: UT MOVIUS 2022



Figura 58. Zonificación de manejo para el medio social
Fuente: UT MOVIOUS 2022

De acuerdo con la figura anterior las áreas de intervención que predominan en el medio socioeconómico son las de restricción media en la zonas de las estaciones 4, 5, y 7 en las que se encuentran zonas residenciales y comerciales, también se identifican zonas de alta sensibilidad en las estaciones 1, 6 y área de patio taller.

Para estas zonas el manejo se encuentra orientado al uso de adecuadas prácticas ambientales de ingeniería así como al método constructivo y al cumplimiento de las medidas de manejo establecidas en los siguientes programas.

- PMA- SOC 01 Programa de información y comunicación pública
- PMA- SOC 02 Programa Metro escucha, Metro resuelve
- PMA- SOC 03 Programa de participación ciudadana
- PMA- SOC 4 Programa de fortalecimiento ciudadano para la construcción de la vida urbana.
- PMA- SOC 05 Programa de articulación interinstitucional para la construcción de la vida urbana.
- PMA- SOC 06 Programa de cultura movilidad sostenible
- PMA- SOC 07 Programa de protección a la infraestructura y bienes de terceros.
- PMA- SOC 08 Programa de reasentamiento.
- PMA- SOC 09 Programa de inclusión socio laboral
- PMA- SOC 016 Programa de manejo para el influjo laboral y violencia en razón del género.
- PMA- SOC 10 Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio en establecimiento
- PMA- SOC 11 Programa de manejo para ocupantes del espacio público.
- PMA- SOC 12 Programa de observatorio de ocupación y valor del suelo.
- PMA- SOC 13 Programa para la construcción de tejido urbano
- PMA- SOC 015 Programa de manejo Bienes de Interés Cultural intervención estación No. 1

Las zonas de exclusión como sobre el corredor de la calle 72 en el que se encuentran bienes de interés cultural muebles e inmuebles y en la localidad de Suba el Club Los Lagartos

0.11.4. Zonificación final

Como resultado de la superposición de los tres mapas intermedios, se elaboró el mapa de zonificación de manejo del área de influencia del proyecto (Ver plano L2MB-0000-000-MOV-DP-AMB-PL-0113_V01) .

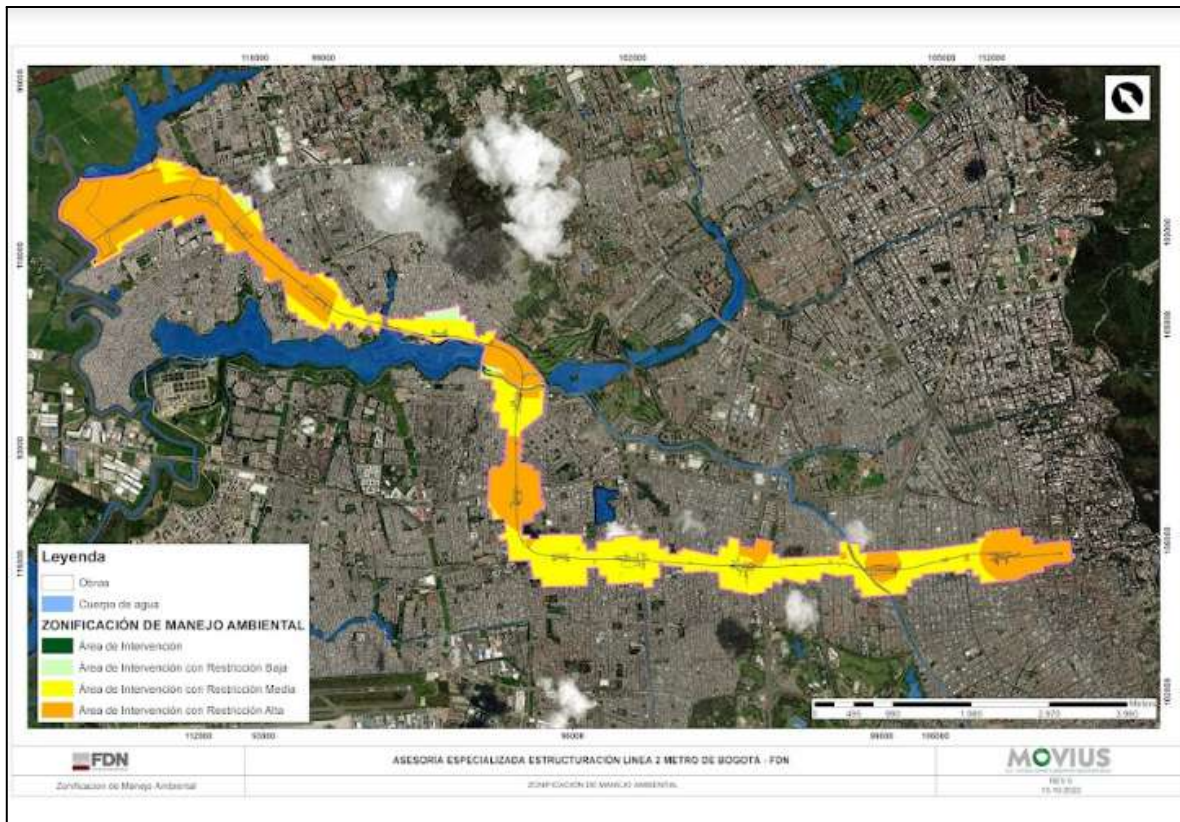


Figura 59. Zonificación de manejo ambiental
Fuente: UT MOVIOUS 2022

Tabla 51. Zonificación de manejo ambiental

Categoría de zonificación de manejo	Participación en el área de influencia	
	(ha)	(%)
Áreas de Exclusión	0	0
Áreas de Intervención con restricción alta	377,92	50,80

Áreas de Intervención con restricción media	352,54	47,39
Áreas de Intervención con restricción baja	12,08	1,62
Áreas de Intervención	1,30	0,17
Total Área de Influencia	743,86	100

Fuente: UT MOVIUS, 2022

Como se concluye de las figuras y tablas anteriores, se presentan zonas de intervención con restricción alta, media baja y con intervención correspondiente a:

Medio Abiótico: Las áreas de intervención que predominan en el medio abiótico son las de restricción baja en la zonas de las estaciones Estaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 en las que no se encuentran áreas susceptibles de avenidas torrenciales ni conflictos por uso del suelo. También se identifican zonas de alta sensibilidad en las estaciones 11, 6 y área de patio taller, debido a la alta amenaza por inundaciones del río Bogotá

Para estas zonas el manejo se encuentra orientado al uso de adecuadas prácticas ambientales de ingeniería así como al método constructivo y al cumplimiento de las medidas de manejo

Medio Biotico : Las restricciones de intervención de este tipo de áreas se encuentran asociadas con las limitaciones de los usos establecidos por la legislación y las normas de las autoridades competentes, y por otro lado, por los componentes bióticos que sustentan la biodiversidad y la funcionalidad ecosistémica.

Estas áreas con restricción alta y con respecto a los Sitios Ramsar (Juan Amarillo o Tibabuyes y el Humedal La Conejera) se encuentran reguladas por la legislación colombiana, mediante la Ley 357 de 1997 que aprueba la Convención Ramsar.

Con respecto a las coberturas, entre las áreas de intervención con restricción alta se encuentran el Bosque de galería y ripario, la Vegetación secundaria o en transición, y los canales y cuerpos de agua artificiales por ser lugares con componentes naturales y que preservan la biodiversidad.

Las áreas de intervención con restricción media, aunque transformadas por la pérdida de las características naturales, aún poseen rasgos que ameritan la aplicación de medidas de tipo preventivo y mitigatorio ante la intervención, que protejan las condiciones de restauración y de preservación de los componentes que poseen función ecológica.

Las áreas con Sistemas forestales protectores identificadas en el POMCA del río Bogotá, también hacen parte de las áreas de intervención con restricción media destinadas a actividades de producción sostenible, bajo el cumplimiento de la normatividad vigente.

Medio Socioeconómico: Las áreas de intervención que predominan en el medio socioeconómico son las de restricción media en la zonas de las estaciones 4, 5 y 7 en las que se encuentran zonas residenciales y comerciales, también se identifican zonas de alta sensibilidad en las estaciones 1, 6 y área de patio taller.

Para estas zonas el manejo se encuentra orientado al uso de adecuadas prácticas ambientales de ingeniería así como al método constructivo y al cumplimiento de las medidas de manejo

0.12. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL Y SOCIAL

Los programas de manejo fueron diseñados para prevenir, mitigar, corregir o compensar de manera efectiva los impactos identificados en el Capítulo 8. Evaluación Ambiental, programas de manejo que se presentan definidos para los Gestión ambiental y SST y para los medios Abiótico, Biótico y Socioeconómico asociados con su medio respectivo y el impacto o los impactos que atienden, tal como se presenta en las siguientes tablas.

Tabla 52. Relación impactos y programas gestión ambiental y SST

Impactos	Programas
No se encuentran impactos directos asociados al cumplimiento de las obligaciones ambientales, sociales y SST.	PMA-GES-01 Programa de cumplimiento de gestión social, ambiental y seguridad y salud en el trabajo (SST)
No se encuentran impactos directos asociados a la supervisión y seguimiento a las empresas de servicios públicos.	PMA-GES-02 Programa de supervisión y seguimiento al traslado de redes

Fuente: UT MOVIUS 2022

Tabla 53. Relación de impactos y programas de manejo del medio físico / abiótico

Impactos atendidos	Programa de manejo
EA-ABI-01 Aprovechamiento de materiales de construcción por la disminución y reutilización de residuos de construcción y demolición	PMA-ABI-01 Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación
EA-ABI-02 Alteración de la calidad suelo	PMA-ABI-02 Programa de manejo de materiales
	PMA-ABI-03 Programa de manejo de residuos sólidos convencionales
	PMA-ABI-04 Plan de gestión integral de residuos peligrosos
EA-ABI-03 Afectación al componente de aguas subterráneas	PMA-ABI-05 Programa de manejo de obras subterráneas
EA-ABI-02 Alteración de la calidad suelo EA-ABI-03 Afectación al componente de aguas subterráneas	PMA-ABI-06 Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados

Impactos atendidos	Programa de manejo
EA-ABI-04 Alteración de la calidad del aire	PMA-ABI-07 Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire
EA-ABI-05 Alteración en los niveles de presión sonora	PMA-ABI-08 Programa de manejo de ruido
EA-ABI-06 - Alteración de los niveles de vibraciones	PMA-ABI-09 Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales
EA-ABI-07 - Afectación por asentamiento	
EA-ABI-08 Reducción de Gases Efecto Invernadero	PMA-ABI-10 Programa de manejo de gases efecto invernadero
EA-ABI-02 Alteración de la calidad suelo	PMA-ABI-11 Programa de manejo de aceites usados
EA-ABI-02 Alteración de la calidad suelo	PMA-ABI-12 Programa de manejo de rondas hídricas, sumideros y cuerpos de aguas superficiales
EA-ABI-02 Alteración de la calidad suelo EA-ABI-04 Alteración de la calidad del aire EA-ABI-05 Alteración en los niveles de presión sonora	PMA-ABI-13 Programa de manejo de instalaciones temporales
No se encuentran impactos directos asociados a la gestión para el uso eficiente del agua	PMA-ABI-14 Gestión para el uso eficiente del agua
No se encuentran impactos directos asociados a la gestión para el uso eficiente de la energía	PMA-ABI-15 Gestión para el uso eficiente de la energía

Fuente: UT MOVIUS 2022.

Tabla 54. Relación de impactos y programas de manejo del medio biótico

Impactos atendidos	Programa de manejo
EA-BIO-01 Remoción de cobertura vegetal, individuos arbóreos y descapote de zonas verdes	PMA- BIO 01 Programa de manejo y remoción de cobertura vegetal y descapote
	PMA- BIO 02 Programa de manejo silvicultural
EA-BIO-04 - Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje	PMA- BIO 03 Programa de manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje
EA BIO 01 - Remoción de cobertura vegetal, individuos arbóreos y descapote de zonas verdes. EA-BIO-04 - Afectación paisajística y de la calidad visual del paisaje	PMA- BIO 04 Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística
EA-BIO-02. Potencial alteración en la composición y abundancia de fauna	PMA- BIO 05 Programa de manejo de fauna
EA-BIO-03 Potencial afectación de elementos de la Estructura Ecológica Principal- EEP	PMA- BIO 06 Programa de manejo de áreas de la Estructura Ecológica Principal

Fuente: UT MOVIUS 2022.

Tabla 55. Relación de impactos y programas de manejo del medio Socioeconómico

Impacto	Programa de Manejo
EA-SOC 01 Generación de expectativas y conflictos	PMA- SOC 01 Programa de información y comunicación pública PMA- SOC 02 Programa Metro escucha, Metro resuelve PMA- SOC 03 Programa de participación ciudadana
EA-SOC 02 Cambio en la participación ciudadana por nuevas dinámicas de movilidad y accesibilidad.	PMA- SOC 4 Programa de fortalecimiento ciudadano para la construcción de la vida urbana.
EA-SOC 03 Reconfiguración de red institucional para la construcción de vida urbana alrededor de la Línea 2 del Metro de Bogotá	PMA- SOC 05 Programa de articulación interinstitucional para la construcción de la vida urbana.
EA-SOC 04 Cambios en la movilidad y accesibilidad	PMA- SOC 06 Programa de cultura movilidad

Impacto	Programa de Manejo
de los actores viales.	sostenible
EA-SOC 05 Afectación a la infraestructura pública y social.	PMA- SOC 07 Programa de protección a la infraestructura y bienes de terceros.
EA-SOC 06 Traslado involuntario de población previo a las actividades constructivas.	PMA- SOC 08 Programa de reasentamiento.
EA-SOC 07 Generación temporal de empleo	PMA- SOC 09 Programa de inclusión socio laboral PMA- SOC 016 Programa de manejo para el influjo laboral y violencia en razón del género.
EA-SOC 08 Cambio en la dinámica en establecimiento	PMA- SOC 10 Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio en establecimiento
EA-SOC 09 Ocupación y nuevas dinámicas del comercio informal.	PMA- SOC 11 Programa de manejo para ocupantes del espacio público.
EA-SOC 10 Cambios en la ocupación y valor del suelo.	PMA- SOC 12 Programa de observatorio de ocupación y valor del suelo.
EA-SOC 11 Fortalecimiento de la cultura ciudadana en torno a la movilidad.	PMA- SOC 13 Programa para la construcción de tejido urbano
EA-SOC 12 Afectación al patrimonio arqueológico	PMA-SOC-15 programa de arqueología preventiva
EA-SOC 13 Afectación al Patrimonio Cultural	PMA- SOC 014 Programa de manejo Bienes de Interés Cultural intervención estación No. 1 PMA- SOC 017 Programa de manejo para la protección del Patrimonio Cultural

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.13. PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

El plan de seguimiento y monitoreo se diseña atendiendo lo contemplado en los términos de referencia ET05 y en la metodología general para la elaboración y presentación de Estudios Ambientales³¹. Consecuentemente, está dividido en seguimiento y monitoreo a los planes y programas y seguimiento. Las fichas presentadas están orientadas a evaluar la

³¹ AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES - ANLA. 2018. Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales

eficacia de las medidas de manejo previstas para la atención de los impactos abióticos, bióticos y socioeconómicos del proyecto (Capítulo 8. Evaluación ambiental) y a contar con las herramientas básicas para determinar de manera oportuna los ajustes que requieran los manejos previstos, acorde con los resultados obtenidos.

La lista de programas que conforman el PMS para el Proyecto L2MB se presenta a continuación:

Tabla 56. Programas del PMS a los planes de manejo para el Proyecto L2MB

Medio	Programa de monitoreo y Seguimiento	
	Código	Nombre
Abiótico	PMS-ABI-01	Seguimiento y monitoreo al manejo integral de los residuos sólidos y RCD
	PMS-ABI-02	Seguimiento y monitoreo al manejo de emisiones atmosféricas y control del ruido
	PMS-ABI-03	Seguimiento y monitoreo al manejo de recursos hídricos - cruces en cuerpos de agua
	PMS-ABI-04	Seguimiento y monitoreo al control de vibraciones
	PMS-ABI-05	Seguimiento y monitoreo a niveles freáticos
Biótico	PMS-BIO 01	Seguimiento y monitoreo del manejo y remoción de la cobertura vegetal y descapote
	PMS-BIO 02	Seguimiento y monitoreo del manejo silvicultural
	PMS-BIO 03	Seguimiento y monitoreo del manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje
	PMS-BIO 04	Seguimiento y monitoreo de la compensación para el medio biótico por afectación paisajística
	PMS-BIO 05	Seguimiento y monitoreo del manejo de fauna
	PMS-BIO 06	Seguimiento y monitoreo del manejo de las áreas de la EEP
Socio económico	PMS-SOC-01-	Seguimiento y monitoreo al Programa de información y comunicación pública
	PMS-SOC-02	Seguimiento y monitoreo al Programa Metro escucha, Metro resuelve
	PMS-SOC-03	Seguimiento y monitoreo al Programa de participación ciudadana
	PMS-SOC-04	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa para el fomento de la participación ciudadana de la Línea 2 del metro de Bogotá
	PMS-SOC-05	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de articulación interinstitucional para la construcción de vida urbana de la Segunda Línea de Metro de Bogotá
	PMS-SOC-06	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de cultura movilidad sostenible

Medio	Programa de monitoreo y Seguimiento	
	Código	Nombre
	PMS-SOC-07	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de protección a la infraestructura y bienes de terceros. “Metro buen vecino”
	PMS-SOC-08	Plan de monitoreo y seguimiento al de reasentamiento
	PMS-SOC-09	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de inclusión socio laboral.
	PMS-SOC-10	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio en establecimiento
	PMS-SOC-11	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de manejo para ocupantes del espacio público (componente de ventas informales).
	PMS-SOC-12	Plan de monitoreo y seguimiento al Observatorio de ocupación y valor del suelo.
	PMS-SOC-13	Plan de Monitoreo y Seguimiento al Programa de manejo para la construcción de tejido urbano de la línea 2 de Metro de Bogotá
	PMS-SOC-14	Plan de Monitoreo y Seguimiento al Programa de manejo Bienes de Interés Cultural intervención estación No. 1
	PMS-SOC-16	Plan de Monitoreo y Seguimiento al Programa de manejo para la protección del Patrimonio Cultural
	PMS-SOC-17	Plan de Monitoreo y Seguimiento al Programa de manejo para la protección del Patrimonio Cultural

Fuente: UT MOVIUS 2022

La estructura del plan de seguimiento y monitoreo se conforma a partir de los programas de manejo establecidos y el seguimiento y monitoreo a la calidad del medio tal como se presenta a continuación:

Tabla 57. Programas de manejo ambiental y programa de monitoreo y seguimiento asociados

Medio	Programa de manejo		Programa de monitoreo y Seguimiento	
	Código	Nombre	Código	Nombre
Abiótico	PMA-ABI-01	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación	PMS-ABI-01	Seguimiento y monitoreo al manejo integral de los residuos sólidos y RCD
	PMA-ABI-02	Programa de manejo de materiales	PMS-ABI-01	Seguimiento y monitoreo al manejo integral de los residuos sólidos y RCD

Medio	Programa de manejo		Programa de monitoreo y Seguimiento	
	Código	Nombre	Código	Nombre
	PMA-ABI-03	Programa de manejo de residuos sólidos convencionales	PMS-ABI-01	Seguimiento y monitoreo al manejo integral de los residuos sólidos y RCD
	PMA-ABI-04	Plan de gestión integral de residuos peligrosos	PMS-ABI-01	Seguimiento y monitoreo al manejo integral de los residuos sólidos y RCD
	PMA-ABI-05	Programa de manejo de obras subterráneas	PMS-ABI-05	Seguimiento y monitoreo a niveles freáticos
	PMA-ABI-06	Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados	N.A	
	PMA-ABI-07	Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire	PMS-ABI-02	Seguimiento y monitoreo al manejo de emisiones atmosféricas y control del ruido
	PMA-ABI-08	Programa de manejo de ruido	PMS-ABI-02	Seguimiento y monitoreo al manejo de emisiones atmosféricas y control del ruido
	PMA-ABI-09	Programa de manejo de vibraciones y ruidos estructurales	PMS-ABI-04	Seguimiento y monitoreo al control de vibraciones
	PMA-ABI-10	Programa de manejo de gases efecto invernadero	N.A	
	PMA-ABI-11	Programa de manejo de aceites usados	PMS-ABI-01	Seguimiento y monitoreo al manejo integral de los residuos sólidos y RCD
	PMA-ABI-12	Programa de manejo de rondas hídricas, sumideros y cuerpos de aguas superficiales	PMS-ABI-03	Seguimiento y monitoreo al manejo de recursos hídricos - cruces en cuerpos de agua
	PMA-ABI-13	Programa de manejo de instalaciones temporales	N.A	

Medio	Programa de manejo		Programa de monitoreo y Seguimiento	
	Código	Nombre	Código	Nombre
Biótico	PMA- BIO 01	Programa de manejo y remoción de cobertura vegetal y descapote	PMS-BIO 01	Seguimiento y monitoreo del manejo y remoción de la cobertura vegetal y descapote
	PMA-BIO-02	Programa de manejo silvicultural	PMS-BIO 02	Seguimiento y monitoreo del manejo silvicultural
	PMA-BIO-03 -	Programa de manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje	PMS-BIO 03	Seguimiento y monitoreo del manejo para el medio biótico por afectación de la calidad visual del paisaje
	PMA-BIO-04	Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística	PMS-BIO 04	Seguimiento y monitoreo de la compensación para el medio biótico por afectación paisajística
	PMA-BIO-05	Programa de manejo para el ahuyentamiento, rescate, reubicación y protección de fauna	PMS-BIO 05	Seguimiento y monitoreo del manejo de fauna
	PMA- BIO 06	Programa de manejo de áreas de la Estructura Ecológica Principal	PMS-BIO 06	Seguimiento y monitoreo del manejo de las áreas de la EEP
Socio económico	PMA-SOC-01	Programa de información y comunicación pública	PMS-SOC-01-	Seguimiento y monitoreo al Programa de información y comunicación pública
	PMA-SOC-02	Programa Metro escucha, Metro resuelve	PMS-SOC-02	Seguimiento y monitoreo al Programa Metro escucha, Metro resuelve
	PMA-SOC-03	Programa de participación ciudadana.	PMS-SOC-03	Seguimiento y monitoreo al Programa de participación ciudadana
	PMA-SOC-04	Programa para el fomento de la participación ciudadana de la Línea 2 del metro de Bogotá	PMS-SOC-04	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa para el fomento de la participación ciudadana de la Línea 2 del metro de Bogotá
	PMA SOC-05	Programa de articulación interinstitucional para la construcción de vida	PMS-SOC-05	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de articulación interinstitucional para la construcción de vida

Medio	Programa de manejo		Programa de monitoreo y Seguimiento	
	Código	Nombre	Código	Nombre
		urbana de la Segunda Línea de Metro de Bogotá		urbana de la Segunda Línea de Metro de Bogotá
	PMA-SOC-06	Plan de cultura movilidad sostenible	PMS-SOC-06	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de cultura movilidad sostenible
	PMA-SOC-07	Programa de protección a la infraestructura y bienes de terceros. "Metro buen vecino"	PMS-SOC-07	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de protección a la infraestructura y bienes de terceros. "Metro buen vecino"
	PMA-SOC-08.	Plan de reasentamiento	PMS-SOC-08	Plan de monitoreo y seguimiento al de reasentamiento
	PMA-SOC-09	Programa de inclusión socio laboral	PMS-SOC-09	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de inclusión socio laboral.
	PMA-SOC-10	Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio en establecimiento	PMS-SOC-10	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio en establecimiento
	PMA-SOC-11	Programa para ocupantes del espacio público	PMS-SOC-11	Plan de monitoreo y seguimiento al Programa de manejo para ocupantes del espacio público (componente de ventas informales).
Socio económico	PMA-SOC-12	Programa de observatorio de ocupación y valor del suelo	PMS-SOC-12	Plan de monitoreo y seguimiento al Observatorio de ocupación y valor del suelo.
	PMA-SOC-13	Programa de manejo para la construcción de tejido urbano de la línea 2 de Metro de Bogotá	PMS-SOC-13	Plan de Monitoreo y Seguimiento al Programa de manejo para la construcción de tejido urbano de la línea 2 de Metro de Bogotá
	PMA-SOC-14	Programa de manejo Bienes de Interés Cultural intervención estación No. 1	PMS-SOC-14	Plan de Monitoreo y Seguimiento al Programa de manejo Bienes de Interés Cultural intervención estación No. 1

Medio	Programa de manejo		Programa de monitoreo y Seguimiento	
	Código	Nombre	Código	Nombre
	PMA-SOC-16	Programa de manejo para el influjo laboral y violencia en razón del género	PMS-SOC-16	Plan de Monitoreo y Seguimiento al Programa de manejo para el influjo laboral y violencia en razón del género
	PMA-SOC-17	Programa de manejo para la protección del Patrimonio Cultural	PMS-SOC-17	Plan de Monitoreo y Seguimiento al Programa de manejo para la protección del Patrimonio Cultural

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.14. PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

La Ley 1523 de 2012 “Por medio de 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” establece en su artículo 2 la responsabilidad que tienen las entidades públicas, privadas y comunitarias de desarrollar y ejecutar los procesos de gestión del riesgo, entendiéndose estos como: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres.

Acorde a lo establecido en el Marco de Sendai 2015 – 2030 y a su vez Plan Maestro para la Gestión del Riesgo ante Emergencias y Desastres PNGRD 205 – 2025.

El Plan de Emergencias y Contingencias para la La Línea 2 del Metro de Bogotá, es una herramienta que permite identificar y calificar eventos que puedan poner en peligro la realización de las actividades involucradas durante las etapas preliminar, construcción y operación del proyecto, y de esta manera se plantean la prevención y atención de las emergencias potenciales implicadas en el desarrollo del mismo, minimizando la afectación de las condiciones ambientales y sociales del área de influencia.

Para realizar el plan de emergencias y Contingencias del proyecto, se podrá usar como herramienta para el ajuste y elaboración del documento final del proyecto, la Guía de Preparación para Respuesta a Emergencias, del sistema de información para la Gestión y cambio climático, estas metodologías aplicables son PIRE Plan Institucional de Respuesta a Emergencias y PEC Plan de Emergencia y Contingencias, las cuales podrán ser consultadas en la página www.sire.gov.co/guias de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.

Los componentes analizados para la definición del plan de emergencia y contingencias están enfocados al conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo del desastre, una vez efectuado el análisis y evolución del riesgo se determina que el riesgo natural, antrópico, tecnológico y socioeconómico está dado por la vulnerabilidad del territorio y/o la vulnerabilidad de las instalaciones del Proyecto.

0.15. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

El proyecto contempló los componentes de cumplimiento de obligaciones en Seguridad y Salud en el Trabajo contractuales, gestión SST, fichas de manejo SST, programa de señalización y presupuesto SST, con el fin de garantizar la correcta implementación de los requerimientos en Seguridad y Salud en el Trabajo (legales, contractuales y demás que apliquen). De igual manera en los procedimientos establecidos se consideraron los riesgos hacia la comunidad y la necesidad de socialización de los mismos.

El Contratista implementará el Sistema de Gestión de acuerdo con los requerimientos legales, normativos y contractuales vigentes, con el fin de tomar medidas específicas de acuerdo al tipo de actividad a ejecutar, valoración del riesgo e impactos, contingencias y otros aspectos que permitan prevenir daños a personas, a la propiedad o al entorno.



Los procesos del SG-SST dentro de las actividades del proyecto L2MB, contemplan mecanismos de prevención y protección a la comunidad, estas harán parte de la estrategia de sensibilización, socialización y acompañamiento.

La gestión integral se basó en una descripción del proyecto, incluyendo cada una de sus etapas, la identificación del Contratista, el reglamento de Higiene y Seguridad Industrial y la actividad económica. Por otro lado, se identificaron los perfiles del personal requerido para la ejecución de las actividades, especificando los requisitos mínimos.

En esta etapa del proyecto, se contemplaron las siguientes fichas de manejo SST:

- E-1 Manejo y control de Vectores
- E-2 Programa de Maquinaria y equipos
- E-3 Manejo de Vehículos
- E-4 Traslado de Equipos y Carga
- E-5 Abastecimiento de Combustible
- E-6 Izaje Mecánico de Cargas
- E-7 Manipulación de Redes Eléctricas
- E-8 Trabajo en Perforaciones
- E-9 Manejo de Sustancias Químicas
- E-10 Almacenamiento de Combustible en Obra
- E-11 Trabajo en Alturas
- F Señalización en Seguridad y Salud en el Trabajo

El Contratista debe asignar los recursos físicos, financieros, técnicos y humanos acorde a la normatividad vigente para el diseño, desarrollo, supervisión y evaluación de las medidas de prevención y control, para la gestión eficaz de los riesgos e impactos producto de las actividades laborales, lo anterior para que los responsables del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo puedan cumplir de manera satisfactoria sus funciones.

El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo del contratista, será implementado siguiendo el Manual de Seguimiento y Control Ambiental y de Seguridad y Salud en el Trabajo - SST de la EMB actual al inicio de actividades, instructivos ET 05-EIAS, ET 04-EIAS, lineamientos de la FDN, los estándares ambientales y sociales del Banco mundial y del Banco Interamericano de Desarrollo las cuales refieren las siguientes secciones:

Seguridad y Salud en el Trabajo

- Aspectos generales del diseño y funcionamiento de las plantas
- Comunicación y formación
- Riesgos físicos
- Riesgos químicos
- Riesgos biológicos

- Riesgos radiológicos
- Equipos de protección personal (EPP)
- Entornos de riesgo especiales
- Seguimiento

Seguridad y Salud de la comunidad

- Salud y seguridad de la comunidad
- Calidad y disponibilidad del agua
- Seguridad estructural de la infraestructura del proyecto
- Seguridad humana y prevención de incendios
- Seguridad en el tráfico
- Transporte de materiales peligrosos
- Prevención de enfermedades
- Plan de prevención y respuesta para emergencias

Construcción y desmantelamiento

- Medio ambiente
- Seguridad y Salud en el Trabajo
- Seguridad y Salud de la comunidad

La metodología detallada para la elaboración del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, será implementada según lineamientos contractuales, requisitos legales como el Decreto 1072 de 2015, estándares de la resolución 0312 de 2019, entre otros. Se plantea la siguiente metodología:

- Recurso para la ejecución del SG-SSTMA.
- Afiliación al Sistema General de Riesgos Laborales
- Política de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Objetivos y metas SG-SSTMA
- Plan Anual de Trabajo - Cronograma
- Gestión para el Talento Humano
 - Programa de Inducción
 - Programa de capacitación y entrenamiento
- Comité Paritario de Seguridad y Salud en el Trabajo - COPASST
- Comité de Convivencia Laboral
- Matriz de Requisitos Legales

Gestión de la salud:

- Evaluaciones médicas laborales
- Programas de promoción y prevención en Salud
- Programas de Vigilancia Epidemiológica - PVE
- Investigación de Accidentes y enfermedades laborales
- Indicadores de accidentes, incidentes y enfermedades laborales

Gestión de Peligros y Riesgos:

- Metodología para la identificación, evaluación y valoración de Peligros
- Matriz de peligros
- Medidas de Prevención y control
- Mediciones higiénicas
- Dotación de Elementos de Protección Personal EPP
- Matriz de EPP

Gestión de amenazas:

- Análisis de Vulnerabilidad
- Plan de Emergencia
- Brigada de Emergencias
- MEDEVAC

Verificación del SG-SST:

- Indicadores de Gestión
- Programa de auditoría
- Revisión por la Gerencia

Mejoramiento

- Acciones preventivas, de mejora y correctivas



Como parte de la estrategia de implementación para el contratista de obra, se anexan los siguientes documentos que harán parte del SG-SST como guía de implementación, esto no será restrictivo, ya que el contratista estará en libertad de implementar su documentación teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el Capítulo 14. Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo:

Anexo 14 - 1 Anexo A Plan de Trabajo SST

Anexo 14 - 2 Anexo B Matriz de Peligros

Anexo 14 - 3 Anexo C Procedimientos SGSST

- PR-01-Procedimiento Auditorías internas
- PR-02-Control y Tratamiento de NC Oportunidades de Mejora
- PR-03-Evaluaciones Médicas Laborales
- PR-04-Identificación y evaluación de requisitos legales
- PR-05-Afiliaciones
- PR-06-Espacios confinados
- PR-07-Trabajo eléctrico seguro
- PR-08-Trabajo seguro en Alturas
- PR-09-Reporte, investigación y registro de incidentes, enfermedades laborales y eventos de tipo ambiental
- PR-10 Contratistas y proveedores
- PR-11-Acoso Laboral
- PR-12-Capacitación, inducción y reintroducción

0.16. PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

El plan de compensación del componente biótico permite establecer todos los elementos técnicos, jurídicos y financieros necesarios para una compensación efectiva enmarcado en la Política para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE). Este se implementará máximo seis meses después de realizar la afectación por el proyecto, en los tiempos y formas indicados por la autoridad ambiental, de acuerdo con los requerimientos legales y con el fin de asegurar que los impactos ambientales generados sean compensados. 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.

Los impactos residuales son los que no se pueden evitar por la infraestructura del proyecto, mitigar por la antropización de coberturas de la tierra, ni corregir, debido a que la infraestructura proyectada se piensa instalar a largo plazo (estaciones 9 y 10 y patio taller) (26,02 ha), siendo para el proyecto de la L2MB la “Remoción de cobertura vegetal, individuos arbóreos y descapote de zonas verdes” y la “Potencial alteración en la composición y abundancia de fauna” los impactos residuales compensados.

Después de realizar un análisis normativo y ecológico (impactos residuales) las áreas compensables ascienden a 0,02 ha, correspondientes a la cobertura de bosque de galería y ripario que será intervenida. Así, teniendo en cuenta el factor de compensación (8,25), se estableció un área de compensación de 0,165 ha para el Oroboma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental ubicada dentro de zonas priorizadas dentro de la Estructura Ecológica Principal (EEP) de la ciudad en el Humedal La Conejera. Se establece el objetivo general de asegurar la no pérdida neta de biodiversidad de las áreas intervenidas por el proyecto mediante un plan de restauración fundamentado en estrategias de preservación y rehabilitación (con impacto positivo en la conectividad ecológica), teniendo los siguientes objetivos específicos:

- Preservar núcleos de conectividad consolidados bajo escenarios de aislamiento que permitan evitar el ingreso de tensionantes, así como aumentar el perímetro de los mismos.
- Rehabilitar las condiciones ecosistémicas, mediante la implementación de actividades de enriquecimiento perimetral y plantación de especies vegetales, logrando valores de índices de diversidad y dominancia (Shannon-Wiener y Simpson) similares (75% o mayor) a los obtenidos en el área de influencia biótica para ecosistemas naturales.
- Aumentar la conectividad a partir de la aplicación de acciones de preservación y rehabilitación de áreas a compensar, mejorando el índice de agregación y la conectividad presente en la actualidad.

De este modo se seleccionaron dos áreas de las cuales debe seleccionarse una para realizar las acciones de restauración: (1) en la zona de amortiguación de acuerdo con el Plan de manejo ambiental del humedal La Conejera, ubicadas en un área que no poseen una franja forestal protectora en la zona norte lejos de la urbanización y (2) en áreas que urgentemente requieren restauración ecológica.

Las acciones de compensación asociadas a la restauración de ecosistemas se enmarcan dentro del plan de manejo del humedal La Conejera, los cuales son puntualizados en sus diseños florísticos a partir de los informes semestrales. Entre ellas se proponen la siembra de módulos hexagonales de doble anillo con 19 individuos entre arbóreos y arbustivos y otros de anillo sencillo de 7 individuos.

De manera adicional a los núcleos, específicamente para el área de restauración en la franja protectora se establecen acciones relacionadas con cerramiento para restringir los tensionantes relacionados con ganado, utilizando postes de madera y material vegetal; mientras que para el área se plantean actividades para la recuperación del suelo, mediante la transposición de suelo o la descompactación del suelo.

También se establece el patrón deseado para cada una de las opciones, teniendo como objetivo vegetación secundaria baja con inicios de vegetación secundaria alta para la franja protectora y pastos enmalezados con inicios de vegetación secundaria baja.

Finalmente, se plantean ocho metas con sus indicadores para el monitoreo y seguimiento para el cumplimiento de cada uno de los objetivos específicos del plan de compensación.

0.17. CRONOGRAMA

A continuación se presenta el cronograma del proyecto, el cual está basado el cronograma general o plan de obras del proyecto en sus tres etapas establecidas, la primera de preconstrucción de 1 año, la segunda de construcción de 7 años y la tercera de operación proyectada a 22 años. Para las dos primeras hay actividades que se pueden entrecruzar, no obstante para efectos del desarrollo de la implantación del PMA y del PMS, todas las actividades son constantes en el tiempo.

Tabla 58. Cronograma de implementación del PMAS Y PMS de la L2MB

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesores	Sucesores	2020											
								2º semestre			1er semestre			2º semestre			dic	ene	feb
1	O	L2MB PLAN DE OBRAS	2350 días	lun 01/01/24	vie 31/12/32														
2	12	Acta de Inicio	0 días	lun 01/01/24	lun 01/01/24		4,5												
3	12	ACTIVIDADES PRELIMINARES	396 días	lun 01/01/24	lun 07/07/25														
4	12	Actividades a desarrollar por terceros	203 días	lun 01/01/24	mié 09/10/24														
5	12	Diseño de detalle	396 días	lun 01/01/24	lun 07/07/25	2,7FF;8FF;180	80;7CC;8CC;96												
6	12	PMAS/PMS PRECONSTRUCCION	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25														
7	12	Programa de cumplimiento de gestión social, ambiental y seguridad y salud en el trabajo (SST)	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
8	12	Programa de supervisión y seguimiento al traslado de redes	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
9	12	Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
10	12	Programa de manejo de materiales	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
11	12	Programa de manejo de residuos sólidos convencionales	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
12	12	Programa de gestión integral de residuos peligrosos	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
13	12	Programa de manejo de pasivos ambientales: suelos contaminados	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
14	12	Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
15	12	Programa de manejo de ruido	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
16	12	Programa para el manejo de vibraciones y ruido estructural	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
17	12	Programa de manejo de gases efecto invernadero	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
18	12	Programa de manejo de aceites usados	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
19	12	Programa de manejo de rondas hídricas, sumideros y cuerpos de aguas superficiales	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
20	12	Programa de manejo de instalaciones temporales	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
21	12	Programa para el manejo del impacto visual y manejo paisajístico	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
22	12	PMA-BIO-01 Programa de manejo y renovación de cobertura vegetal y descapote y PMA-BIO-02 Programa de manejo silvicultural	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
23	12	PMA-BIO-03 Programa de manejo de las especies de flora en vida	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
24	12	PMA-BIO-04 Programa de manejo para el ahuyentamiento, rescate, reubicación y protección de fauna	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												
25	12	PMA-BIO-05 Programa de manejo de las comunidades hidrobiológicas	263 días	lun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	SFF												

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-VB

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesor	Sucesor	2020											
								2º semestre			1er semestre			2º semestre			dic	ene	feb
26	13	PMA-BIO-06 Programa de manejo de los ecosistemas de importancia ecológica	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
27	13	PMA-SOC-01 Programa de Información y Comunicación Pública.	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
28	13	PMA-SOC-02 Programa Metro-escucha, Metro-resuelve	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
29	13	PMA-SOC-03 Programa de participación ciudadana	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
30		PMA-SOC-04 Programa de fortalecimiento ciudadano para la construcción de vida urbana.	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
31		PMA-SOC-05 Programa de articulación interinstitucional para la construcción de vida urbana	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
32		PMA-SOC-06 Programa de cultura movilidad sostenible	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
33		PMA-SOC-07 Programa de protección a la infraestructura y bienes de terceros "Metro Buen Vecino"	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
34		PMA-SOC-08 Programa de inclusión sociolaboral	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
35		PMA-SOC-09 Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio formal	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
36		PMA-SOC-10 Programa para ocupantes del espacio público	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
37		PMA-SOC-11 Programa de observatorio de ocupación y valor del suelo	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
38		PMA-SOC-12 Programa para la construcción de tejido urbano	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
39		PMA-SOC-13 Programa de reasentamiento	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
40		PMA-SOC-14 Programa de manejo arqueológico	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF												
41		PMA-SOC-15 Programa de manejo para el influxo laboral y violencia en razón del género.	263 días	jun 01/01/24	mié 01/01/25	4CC	5FF,44,45,46,4												
42		OBRA CIVIL Y MR - SISTEMAS	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32														
43		PMAS/PMAS CONSTRUCCION	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32														
44		Programa de cumplimiento de gestión social, ambiental y seguridad y salud en el trabajo (SST)	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
45		Programa de supervisión y seguimiento al traslado de redes	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
46		Programa de manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
47		Programa de manejo de materiales	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesor	Sucesor	2020											
								2º semestre			1er semestre			2º semestre			dic	ene	feb
48	13	Programa de manejo de residuos sólidos convencionales	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
49		Programa de manejo de obras subterráneas	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
50		Programa de gestión integral de residuos peligrosos	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
51		Programa de manejo de pavios ambientales: suelos contaminados	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
52		Programa de manejo de fuentes de emisiones atmosféricas: aire	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
53		Programa de manejo de ruido	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
54		Programa para el manejo de vibraciones y ruido estructural	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
55		Programa de manejo de aceites usados	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
56		Programa de manejo de rondas hídricas, sumideros y cuerpos de aguas superficiales	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
57		Programa de manejo de instalaciones temporales	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
58		Programa para el manejo del impacto visual y manejo paisajístico	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
59		PMA-BIO-01 Programa de manejo y remoción de cobertura vegetal y descapote y PMA-BIO-02 Programa de manejo silvicultural	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
60		PMA-BIO-03 Programa de manejo de las especies de flora en vida	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
61		PMA-BIO-04 Programa de manejo para el ahuyentamiento, rescate, rehabilitación y protección de fauna	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
62		PMA-BIO-05 Programa de manejo de las comunidades hidrobiológicas	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
63		PMA-BIO-06 Programa de manejo de los ecosistemas de importancia ecológica	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
64		PMA-BIO-07 Programa de manejo de compensación para el medio biótico por afectación paisajística	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
65		PMA-SOC-01 Programa de Información y Comunicación Pública.	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
66		PMA-SOC-02 Programa Metro-escucha, Metro-resuelve	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
67		PMA-SOC-03 Programa de participación ciudadana	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
68		PMA-SOC-04 Programa de fortalecimiento ciudadano para la construcción de vida urbana.	2087 días	jun 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												

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-VB

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesora	Sucesoras	2020											
								2º semestre			1er semestre			2º semestre					
								dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov
69	U	PMA-SOC-05 Programa de articulación interinstitucional para la construcción de vida urbana	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
70	U	PMA-SOC-06 Programa de cultura movilidad sostenible	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
71	U	PMA-SOC-07 Programa de protección a la infraestructura y bienes de terceros "Metro Buen Vecino"	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
72	U	PMA-SOC-08 Programa de inclusión sociolaboral	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
73	U	PMA-SOC-09 Programa de manejo para la sostenibilidad económica del comercio formal	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
74	U	PMA-SOC-10 Programa para ocupantes del espacio público	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
75	U	PMA-SOC-11 Programa de observatorio de ocupación y valor del suelo	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
76	U	PMA-SOC-12 Programa para la construcción de tejido urbano	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
77	U	PMA-SOC-13 Programa de reasentamiento	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
78	U	PMA-SOC-14 Programa de manejo arquitectónico	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
79	U	PMA-SOC-15 Programa de manejo para el influjo laboral y violencia en razón del género	2087 días	jue 02/01/25	vie 31/12/32	41	80												
80	U	PUESTA EN SERVICIO	0 días	vie 31/12/32	vie 31/12/32	4,5,44,45,4													31/12

Fuente: UT MOVIUS 2022

0.18. ESTÁNDARES Y SALVAGUARDIAS

El presente Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) del proyecto Línea 2 del Metro de Bogotá, es una herramienta de gestión ambiental y social que permite identificar las características y el entorno de las áreas donde se desarrolla, insumos que brindarán las herramientas para evaluar los posibles efectos negativos y positivos que el proyecto generará sobre el medio ambiente durante la etapa preoperativa y etapa de operación y mantenimiento, además de proponer conforme la teoría de la jerarquización de la mitigación, las medidas de manejo que permitan prevenir, corregir y compensar los impactos identificados. Por otra parte, el abordaje en todos los capítulos de este Estudio se realiza a partir de la normatividad ambiental aplicable así como los diferentes estándares y normas de desempeño establecidas por la Banca Multilateral, en cada capítulo se realizan las anotaciones de su cumplimiento y el contexto de aplicabilidad correspondiente. En el anexo 0-3 se presenta la inclusión de las distintas normas, dentro del EIA, establecidas por algunos Bancos y su correspondiente análisis de brechas.

0.19. ACTIVIDADES A SEGUIR PARA EL DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DE INSTALACIONES TEMPORALES

Terminada la fase de construcción, y a medida que se vaya terminando la operación de las instalaciones temporales, se considera el desmantelamiento de las obras provisionales tales como: vías industriales, algunos campamentos y zonas de acopio de material.

A continuación se relacionan las actividades generales correspondientes a esta etapa del cierre:

- Señalización

Las áreas donde se realicen los trabajos de desmantelamiento, serán señalizadas y delimitadas, prohibiendo el paso al personal ajeno a estas actividades, como una medida de prevención para evitar accidentes. La señalización deben ser de fácil comprensión y estar ubicados a una altura que permita su visibilidad, deberán indicar las limitaciones de uso y la clase de riesgo que se corre al utilizar o acercarse a

los sitios. La implementación de estas señales involucra labores de mantenimiento como limpieza, pintura, reparación, reubicación o reemplazo. Ésta señalización deberá ser de carácter preventiva, reglamentaria e informativa.

- Desmantelamiento

Una vez terminadas las obras, el campamento se debe desmontar y desmantelar, de tal forma que los materiales resultantes se deben clasificar, para retirarlos y disponerlos adecuadamente. Previo desarrollo de la actividad, el Contratista presentará a la Interventoría para su aprobación (30 días antes de efectuar el desmantelamiento) el programa para el desarrollo del desmantelamiento de campamentos e instalaciones temporales.

De acuerdo a la ubicación propuesta para el campamento en zonas de intervención del proyecto, una vez desmontado, el espacio será integrado al diseño paisajístico del proyecto. Se hará remoción de cualquier volumen de suelo que evidencie contaminación; igualmente se hará remoción y se eliminarán restos de escombros, cemento fraguado, metales, sustancias peligrosas de cualquier tipo, equipos, repuestos, etc., de manera que el sitio quede en mejores condiciones de limpieza que cuando se inició la operación.

De todas formas se tendrán en cuenta las siguientes acciones:

- Una vez se terminen las obras de construcción se deberá desmantelar el campamento y recuperar la zona intervenida para dejarla igual o en mejores condiciones a como se encontró.
- Para sitios de almacenamiento de combustible deberá cumplir con los lineamientos estipulados en el PMA 10.1.3.11. Programa de manejo de aceites usados.
- Todas aquellas obras de infraestructura o redes de servicio usadas deberán ser desmontadas.
- Los residuos provenientes de las demoliciones para el desmantelamiento del campamento deben cumplir con el proyecto de manejo y disposición final de escombros, establecidos en los respectivos planes de manejo.

0.20. CONSULTAS Y SOCIALIZACIONES CON LAS PARTES INTERESADAS

En el marco de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social se adelantó el proceso participativo mediante el cual se desarrolla el EIAS. Estos espacios de participación se adelantaron en dos momentos: uno al inicio, enfocado en la socialización del alcance, actividades, cronogramas y otros aspectos, y un segundo momento orientado a la consulta del EIAS, en que se retroalimentaron los diferentes capítulos del estudio, tales como impactos, planes de manejo y recomendaciones, con el fin de contar con un documento construido de forma participativa y colaborativa con las partes interesadas.

En cada uno de los momentos de participación se vinculó a los diferentes actores que hacen parte del proyecto como Administraciones locales, entidades del distrito, comunidades del área de influencia, líderes comunitarios, propietarios de predios, universidades, ONGs y grupos de interés.

Así mismo, la participación se llevó a cabo considerando diferentes niveles e intereses frente al proyecto. Las socializaciones se adelantaron con autoridades locales, convocando a las alcaldías, personerías y juntas administradoras locales de Chapinero, Barrios Unidos, Engativá y Suba, con entidades del Distrito con agendas o temas asociados al desarrollo de infraestructura, movilidad, patrimonio cultural, seguridad, sector económico y temas de género, así como con la personería, contraloría y veeduría Distrital.

De igual manera, se adelantaron reuniones con las comunidades (sector, residencial, comercial, institucional e industrial) aledañas al trazado, con mayor cobertura o área en las estaciones, así como las comunidades del patio-taller. Al proceso

participativo se vincularon las organizaciones no gubernamentales, especialmente las de carácter ambiental, y se tuvo un primer encuentro con las universidades.

Los procesos de convocatoria con las administraciones locales, entidades del Distrito y entidades de control, se efectuaron haciendo uso de correspondencia remitida por correo electrónico, llamadas telefónicas y WhatsApp, informando los datos más relevantes del proyecto e indicando las condiciones de las reuniones. En cuanto a los correos electrónicos, se enviaron invitaciones a las respectivas alcaldías locales, Juntas de Acción Comunal y secretarías distritales del sector movilidad, económico, cultural y entes de control: Personerías, Veedurías distritales y Contraloría delegada para la participación. Así mismo, se envió invitación por correo electrónico a las organizaciones no gubernamentales. Esta labor se reforzó con llamadas telefónicas a aquellas instituciones cuyos correos electrónicos no estuvieran disponibles o estaban desactualizados.

El primer momento estuvo orientado a socializar el alcance, la descripción técnica, las etapas, cronograma, costos, el Estudio de impacto ambiental y social EIAS, y los mecanismos de participación. Este primer momento fue fundamental en el inicio de las relaciones y comunicación con las entidades distritales, las administraciones locales, sectores como la academia representada en las universidades de la ciudad, medio ambiente, juntas de acción comunal y líderes comunitarios de relevancia en el corredor. Además de los entes de control, entidades como la Secretaría de Planeación, participación y diversidad sexual y la secretaria Distrital de la Mujer se vincularon en el proyecto, no solo participando en las reuniones de socialización, sino aportando en las estrategias de participación y apoyando la convocatoria multiplicando las invitaciones con las organizaciones sociales y líderes comunitarios.

Para el desarrollo del primer momento de participación, las reuniones con comunidades, fueron convocadas mediante la entrega de 29.000 volantes informativos con los principales datos del proyecto, de las reuniones y las línea de atención, entregados predio a predio a lo largo del corredor manzana costado y costado del eje del trazado y en 300 m alrededor en el área de estaciones, pozos y patio taller. De igual manera, se instalaron afiches informativos con los mismos contenidos del volante en lugares de alta concurrencia de la comunidad como tiendas, murales, juntas de acción comunal, entre otros. En total, se instalaron 500 afiches a lo largo del corredor, estaciones y patio-taller. Adicionalmente, los miembros del equipo de trabajo que estuvieron a cargo de la entrega de volantes casa por casa, informaron brevemente a las personas que recibieron los volantes mano a mano, sobre la importancia de asistir a la reunión para tener información de primera mano. Y se les recomendó ser multiplicadores de la invitación para garantizar la participación de un mayor número de habitantes ubicados en el área de influencia directa del proyecto.

En este primer momento se realizaron aproximadamente 30 reuniones de inicio desde el mes de diciembre de 2021 hasta marzo de 2022 mediante diferentes modalidades, presenciales, virtuales, mixtas con una asistencia presencial cerca de 800 personas y de manera virtual aproximadamente 2500 personas conectadas y más de 4000 visualizaciones. Además, se realizaron 25 encuentros participativos entre reuniones extraordinarias, mesas de trabajo con entidades y actores interesados como entes de control, entidades distritales, juntas de acción comunal y universidades, desde el mes de marzo hasta finales del mes de agosto con una participación aproximada de 650 personas.

Dentro de las reuniones extraordinarias se cuentan encuentros con actores como Club los Lagartos, Mesa Humedal Juan Amarillo Tibabuyes, Mesa Humedal La Conejera, Cabildo indígena Muisca de Suba y Comerciantes. También se realizó la caracterización de las unidades sociales de los predios ubicados en el área de infraestructura de la Línea 2 y se llevaron a cabo 10 reuniones con propietarios de predios.

Las intervenciones e inquietudes de los asistentes en el primer momento de participación se centraron en temáticas centrales la afectación predial, los procesos de adquisición y compra de predios, los procedimientos tales como avalúos, tiempos de definición de las afectaciones, y en especial en la zona de patio-taller, los impactos que se ocasionarán debido a la estación elevada y a la operación del patio-taller.

De manera general, se identificó aceptación del proyecto de las comunidades y diferentes actores sociales. Existe, sin embargo, expectativa por el paso del proyecto cerca al humedal Juan Amarillo y por la afectación derivada de la presencia de diferentes proyectos, específicamente en las localidades de Engativá y Suba (Ampliación de la Av. Ciudad de Cali, incertidumbre frente al estado de la ALO Norte, Transmilenio y Primera Línea del Metro de Bogotá).

En este momento de participación también se dio a conocer el proyecto y el alcance de la Consultoría (entregables, cronograma y actividades contempladas) y los canales de comunicación durante el desarrollo de la Estructuración contemplados con los Grupos de Interés. Se conformaron un total de 8 comités de participación (CP) a través de inscripción desde las reuniones de inicio con un criterios de territorialidad y cercanía para facilidad de los asistentes. Se adelantaron 5 encuentros con cada uno de los ocho CP y sus temáticas fueron:

- Caracterización
- Servicios ecosistémicos y paisaje
- Recomendaciones
- Identificación de Impactos y Medidas de manejo
- Cultura ciudadana alrededor del Metro

Es importante mencionar que estos espacios de participación, constituyeron fuentes de información primaria para nutrir el EIAS, que se caracterizó por ser participativo, incluyente y transparente, en tanto estableció que uno de los elementos fundamentales en la construcción del estudio sería el conocimiento proveniente de la ciudadanía con respecto a sus territorios, la cultura local y las dinámicas sociales y económicas de un corredor diverso. Este enfoque es importante porque garantiza un diálogo de saberes entre la población del AID, las organizaciones sociales y las autoridades con los profesionales y expertos que participaron en el proyecto, lo que conllevó necesariamente a trabajos integrales y ajustados a la realidad.

El segundo momento de la consulta o presentación del estudio EIAS, se incluyeron los aportes de las comunidades, autoridades y demás grupos de interés a fin de realizar un estudio desde el conocimiento del territorio, las dinámicas, particularidades y complejidades a lo largo del trazado.

Para este segundo momento, se realizó igualmente una convocatoria por medio de la entrega de volantes distribuidos predio a predio a lo largo del corredor y en 300 m alrededor en el área de estaciones. A su vez, se instalaron afiches informativos con los mismos contenidos del volante en lugares de alta concurrencia de la comunidad como tiendas, murales, salones comunales, entre otros. En total, se instalaron 500 afiches a lo largo del corredor, estaciones y patio-taller.

Para el nivel de divulgación se entregó material impreso en el AID con datos generales, información de avance de actividades y respuesta a preguntas frecuentes de material impreso, y redes sociales como YouTube y Facebook

Finalmente, en cuanto a la atención a la ciudadanía, se dispuso de canales (línea telefónica y correo electrónico de uso exclusivo para el proyecto) se aseguraron flujos de acceso para cualquier grupo de interés. Este sistema de atención social estuvo articulado con el que dispuso el Distrito para este fin, el SDQS *Bogotá te Escucha*.

0.21. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

0.21.1. Medio Físico

Entendiendo que la evaluación ambiental no es solo obstáculo para la realización de proyectos de infraestructura, la valoración de los impactos, está asociada a garantizar de una forma u otra la sostenibilidad ambiental a corto, mediano y largo plazo. Dado lo anterior en el proyecto de la L2MB tenemos una serie de beneficios ambientales asociados a los impactos positivos del proyecto.

Los mayores beneficios ambientales se darán en la etapa de operación, mejorará notablemente la calidad la movilidad, la calidad del aire, habrá reducción de los GEI. Además de tener una renovación cultural y urbana generada por la operación del sistema de transporte.

Los impactos negativos en la etapa de construcción, están clasificados entre Poco Significativo y Moderadamente Significativo, claramente tomando los efectos de la ejecución del proyecto, no obstante ninguno de estos se considera de largo plazo, la mayoría son temporales mientras se esté en la construcción, y se mitigan con la aplicación efectiva de los planes de manejo ambiental establecidos.

Si se analiza el proyecto desde el sostenimiento ambiental, debe primero enfocarse en los fundamentos definidos anteriormente y orientado hacia los recursos naturales que el proyecto demandará en la fase de construcción y/o operación, donde lo que corresponde al agotamiento de recursos, no se requiere la captación de agua de cursos superficiales o subterráneos naturales, por lo cual no se expone ningún recurso al agotamiento. De la misma manera, no requiere el aprovechamiento directo de fuentes de materiales por parte del contratista de obra, estos serán suministrados por proveedores que cuenten con permisos y planes de manejo ambiental aprobados por la autoridad ambiental correspondiente y con los permisos de explotación minera vigentes.

Todos los materiales sobrantes tendrán un tratamiento adecuado dependiendo del tipo de residuo a generarse, enmarcado en el Plan de Manejo Ambiental de los impactos del proyecto, en lo referente a manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación, manejo de materiales y equipo de construcción y manejo de residuos sólidos, industriales y especiales.

Un aspecto fundamental que debe destacarse, y que va directamente ligado al tema de la contaminación, y sobre todo al cambio climático, es el tema de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) tales como Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Ozono (O₃), los compuestos clorofluorocarbonados (CFCs) y vapor de agua (H₂O), en el que el proyecto, se muestra como un reductor efectivo de este tipo de gases, pues los GEI provienen de la quema de la combustión de los combustibles fósiles, las actividades de fabricación de combustibles y las fugas en la manipulación de los mismos, siendo en el sector transporte, las actividades de la quema de combustibles correspondientes a los combustibles usados (Diesel, gasolina, alcohol carburante y Gas Natural Vehicular (GNV)), mientras que el viaducto ferroviario funcionará en su totalidad con energía eléctrica, lo que genera una reducción de GEI, principalmente el CO₂. También genera una reducción en el consumo de combustible.

Con lo anterior se considera que la L2MB, está integrada a los pilares del desarrollo sostenible pues propone una solución al problema de movilidad de la ciudad de Bogotá, sin comprometer recursos naturales, reduciendo la emisión de GEI en el contexto del cambio climático, proporcionando planes de manejo y gestión eficaz para el manejo de residuos y material sobrante y garantizando la inclusión social pues mejora la calidad de vida de millones de habitantes.

0.21.2. Medio Biótico

Se recomienda realizar el inventario forestal y los muestreos de flora en veda en los predios ubicados al sur del predio del IDRD del patio taller, con el fin de complementar la información de los permisos de aprovechamiento forestal y de levantamiento de flora en veda a solicitar a la autoridad ambiental.

Aun cuando los diseños paisajísticos consideran para las franjas de paisajismo y la adecuación de las zonas de jardinería, la plantación de cubresuelos con plantas de porte herbáceo como la “Suelda con suelda” y la “Hiedra Miami”, esta última recientemente considerada para el reemplazo del pasto kikuyo en algunas áreas de las zonas verdes en la ciudad, se debe tener en cuenta el establecimiento de elementos florísticos nativos de tipo herbáceo o plantas trepadoras, cuyas especies pertenezcan al sitio geográfico y ecosistemas propios de Bogotá dado su atractivo y relevancia ecosistémica. Especies como el Helecho *Blechnum brasiliense*, y la Capuchina *Tropaeolum majus*, podrían ser indicadas para el embellecimiento y función ecológica en las zonas verdes urbanas, y bajo el contexto de las recomendaciones de los Estándares de la Banca Mundial y el BID, relacionados con el Estándar 6: Conservación de la Biodiversidad y Gestión Sostenible de los Recursos Naturales Vivos, y específicamente en lo relacionado con evitar la introducción de las especies exóticas invasivas.

0.21.3. Medio Socioeconómico

Resultado de los procesos de participación se evidenció que existe aceptación del proyecto, la incertidumbre o dudas están enfocadas a temas asociados al túnel, lo cual es concordante con la expectativa por la construcción de un metro subterráneo, los temas son afectaciones en superficie a infraestructura y viviendas, , afectaciones a cuerpos de agua y humedales y afectaciones sobre el humedal la Conejera y puntualmente temas de adquisición predial en relación con el tiempo, forma de pago y compensaciones.

Durante la etapa de preconstrucción es necesario mantener canales de información para dar continuidad a los procesos y reducir la generación de expectativas y conflictos, se sugiere socializar a través de las redes sociales de la EMB la actualización de actividades que surjan con las etapas del proyecto, así como establecer los mecanismos de comunicación de los diferentes actores sociales con la EMB durante la adjudicación y puesta en marcha de las líneas de atención del contratista.

De acuerdo con el mapeo de actores sociales, se requiere profundizar en la estrategia para los actores opositores, así como en entender el rol que pueden cumplir los actores que se identificaron como cooperantes en relación con el proyecto. Existen un gran número de actores indiferentes con quienes es prudente y recomendable establecer un rol o una estrategia. El establecimiento de estrategias con los actores claves identificados y en lo posible agrupados por intereses es determinante para el buen desarrollo de las diferentes etapas del proyecto.

En cuanto a la apropiación de la L2MB y su infraestructura por parte de los ciudadanos y usuarios, se recomienda tomar acciones tempranas que permitan generar un relacionamiento positivo y de creación de valor con la Empresa Metro de Bogotá tomando como referente el trabajo adelantado por el distrito en cuanto a la cultura ciudadana.

Para el relacionamiento con la localidad de Barrios Unidos, se recomienda gestionar y coordinar una reunión general, en la que participen las diferentes entidades distritales en cabeza de la Alcaldía Mayor de Bogotá. Es fundamental para atender las inquietudes e inconformidad de algunos de los habitantes, propietarios y propietarias de Barrios Unidos que asistan las entidades de Control, la Empresa de Renovación Urbana, Catastro, Secretaría de Planeación, EMB y Alcaldía mayor principalmente. Así como generar grupos pequeños y específicos en las comunidades de la localidad para socializar la información del proyecto a fin de garantizar la información, pese a las manifestaciones de opositores.

Continuar el trabajo con las mesas de trabajo con entidades distritales, de manera que el relacionamiento sea permanente en pro del proyecto y ante cualquier eventualidad conjuntamente el proyecto y las entidades responsables de temas puedan analizar y tomar decisiones para el proceder, especialmente se debe hacer énfasis en el trabajo con las mesas de humedales y comisión ambiental local.

Presentar periódicamente el estado de avance de la Línea 2 del metro de Bogotá, mediante cápsulas informativas en redes sociales y medios de comunicación, mensajes claros y concretos sobre la etapa en la que se encuentra el proyecto, financiación, información cuando haya lugar sobre construcción y operación, además de reforzar la divulgación de los beneficios del sistema metro y en especial de la Línea 2.

Es importante mencionar que uno de las dificultades presentadas con el desarrollo del proyecto y para la cual será necesario considerar estrategias desde la interinstitucionalidad, es la consecución de información oficial por parte del Instituto Para la Economía Social IPES para la caracterización de ocupantes del Espacio Público, así como las acciones a implementar en coordinación con dicha entidad, durante las diferentes etapas del proyecto, así mismo en esta mesa se debe abordar las estrategias para los locatarios que deben ser reubicados por la intervención de la fachada de la plaza de mercado del 12 de Octubre.

En este mismo sentido se debe mencionar que por decisión y directrices del IPES, no se adelantaron procesos de socialización con los locatarios de la plaza de mercado del 12 de octubre, que deben ser reubicados por las adecuaciones de la fachada debido al acceso satelital previsto para la estación No 2, por lo tanto esta será una de las actividades necesarias de retomar desde la interinstitucionalidad y desde los programas de participación.

Las actividades y acciones en la zona de patio taller deben estar articuladas con la Mesa del humedal La Conejera liderada por la Secretaría Distrital de Ambiente -SDA, lo anterior con el fin realizar una intervención con la articulación interinstitucional y poder blindar los espacios de participación desde la paertiiciación de la SDA.

En la intervención que se realice a los Bienes de Interés Cultural ubicados en el área de desarrollo de la estación No. 1 es necesario garantizar los espacios de participación de las partes interesadas durante el desarrollo de la propuesta de intervención que se deberá trabajar de manera conjunta con el Instituto Distrital de Patrimonio y Cultura.

Para la implementación del Plan de Reasentamiento del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá, L2MB, se recomienda verificar la información de los 86 casos de predios y Unidades Sociales censados “Sin US” y los 87 casos “sin información”, resultantes del censo aplicado, con el fin de adelantar acciones suficientes y necesarias de caracterización que se requieran para definir, con los titulares de los inmuebles correspondientes, los procesos de gestión, y de manejo a implementar.

Se recomienda mantener en la implementación del Plan de Reasentamiento del proyecto de la Línea 2 de Metro de Bogotá los principales conceptos, enfoques y lineamientos de la Banca Multilateral y los acompañamientos y apoyos descritos en cada uno de los programas planteados, referentes a la consulta significativa de los afectados, a la integración del costo de reposición como enfoque para los manejos de compensación y mitigación, a la seguridad de tenencia, al enfoque diferencial y de interseccionalidad, de grupos vulnerables y si es preciso se recomienda adelantar estudios complementarios y puntuales de caso de las Unidades Sociales vulnerables identificadas para garantizar un reasentamiento en iguales o mejores condiciones a las afectadas.

0.21.4. Seguridad y Salud en el trabajo

Se realizó la revisión de las guías generales y férreas del IFC identificando en particular en la guía general los aspectos relacionados con Salud y seguridad de la comunidad que se desarrollan en el capítulo 14 SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

La información de población a reasentar del capítulo 5.4 Línea base y el programa de reasentamiento del capítulo 10.3 de planes de manejo, se desarrolla en el documento Plan de Reasentamiento.