

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ



ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ (PLMB)
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL (EIAS)
INTRODUCCIÓN
DOCUMENTO N° ETPLMB-ET19-L16.2-ITE-I-001_R3
MAYO DE 2018



CONSORCIO METRO BOG



TABLA DE CONTENIDO

	PAG.
2 INTRODUCCIÓN	6
2.1 OBJETIVOS	17
2.1.1 Objetivo general.....	17
2.1.2 Objetivos específicos.....	17
2.1.3 Antecedentes.....	19
2.1.4 Tipo de financiación del Metro.....	22
2.1.5 Costos estimados del proyecto	22
2.1.6 Área de influencia del proyecto	29
2.2 METODOLOGÍA ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL (EIAS)	30
2.2.1 Fase 1	31
2.2.1.1 Etapa 1. Recopilación y análisis de información secundaria.....	31
2.2.1.2 Etapa 2. Análisis preliminar y “pre campo”.....	33
2.2.1.3 Etapa 3. Recopilación de información primaria	36
2.2.1.4 Medio abiótico.....	36
2.2.1.5 Medio biótico	45
2.2.1.6 Medio socioeconómico.....	48
2.2.1.7 Etapa 4. Análisis de información y elaboración de capítulos Estudios ambientales Fase 1..	55
2.2.1.8 Aspectos abióticos	55
2.2.1.9 Aspectos socioeconómicos	55
2.2.2 Fase 2.....	55
2.2.2.1 Etapa 1. Recopilación y análisis de información	56
2.2.2.2 Etapa 2. Zonificación ambiental, evaluación de impactos y riesgos ambientales, zonificación de manejo ambiental, planes y programas de manejo, seguimiento y monitoreo	56
2.2.2.3 Etapa 3. Demandas, uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales	57
2.2.2.4 Etapa 4. Seguridad y salud en el trabajo	57
2.2.2.5 Etapa 5. Presupuesto.....	57
2.2.2.6 Etapa 6. Cronograma de ejecución.....	57
2.3 ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO FINAL DE EIAS.....	57
2.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	58
2.5 PERSONAL DEL EIAS.....	59

LISTA DE TABLAS

PAG.

Tabla 2.1 Línea de tiempo estudios realizados para el proyecto Metro de Bogotá	12
Tabla 2.2 Relación de entregables ET-19 y referencia a productos asociados con el proyecto Metro de Bogotá	12
Tabla 2.3 Resumen del CAPEX con todos los componentes desagregados	23
Tabla 2.4 Resumen del OPEX con todos los componentes desagregados	27
Tabla 2.5 Consolidado Presupuesto Ambiental	28
Tabla 2.6 Consolidado Presupuesto Social	29
Tabla 2.7 Relación de estudios realizados proyecto Metro de Bogotá	37
Tabla 2.8 Cronograma de actividades	58
Tabla 2.9 Profesionales participantes	60

LISTA DE FIGURAS

	PAG.
Figura 2.1 Localización general (Colombia–Cundinamarca–Bogotá D.C.)	8
Figura 2.2 Esquema general del tramo de la PLMB	9
Figura 2.3 Organigrama de la estructura del personal que participó en la elaboración del EIAS	60

“El contenido de este documento se encuentra en construcción. Por lo anterior, la información aquí consignada será actualizada con ocasión de las mejoras o inclusiones derivadas de las socializaciones y observaciones, o de los cambios regulatorios y/o normativos que surjan a nivel nacional y/o local. De igual manera la información será actualizada con base en los requerimientos y/o obligaciones que la autoridad ambiental competente haya establecido para el proyecto.

El propósito de publicar y brindar la información aquí contenida, es cumplir con lo establecido con los estándares internacionales de las salvaguardas ambientales y sociales que utiliza la Banca Multilateral. Este documento no puede considerarse bajo ninguna circunstancia como una versión final hasta que la EMB y la Banca Multilateral manifiesten que se trata del documento definitivo.”

2 INTRODUCCIÓN

Dentro de Plan Nacional de Desarrollo 2014–2018 “Todos por un Nuevo País”, el Gobierno Nacional busca construir una Colombia en paz, equitativa y educada.

Según lo anterior, la paz, la equidad y la educación conforman un círculo virtuoso, una sociedad en paz puede focalizar sus esfuerzos en el cierre de brechas, también puede invertir recursos en mejorar la cobertura y la calidad de su sistema educativo. Una sociedad es equitativa cuando todos sus habitantes gozan de los mismos derechos y oportunidades, facilita las condiciones de formación en capital humano y en ella se estimula la convivencia pacífica. Así mismo, una sociedad educada cuenta con una fuerza laboral calificada que recibe los retornos de la educación a través de oportunidades de generación de ingresos, de empleos de calidad y cuenta con ciudadanos que resuelven sus conflictos sin recurrir a la violencia. En otras palabras: la paz favorece la equidad y la educación; la equidad propicia tanto la paz como la educación, y la educación genera condiciones de paz y equidad. Por ello, el Plan Nacional de Desarrollo se concentra en estos 3 pilares, fundamentales para la consolidación de los grandes logros, y define las políticas para los próximos años en pro de un nuevo país.

Dicho plan propone una estructura territorial que desarrolla en las regiones los pilares nacionales y las estrategias transversales de política que se implementarán durante el cuatrienio. Esta estructura constituye un avance con respecto al enfoque territorial planteado en el Plan Nacional de Desarrollo 2010–2014, en el cual se reconocieron las diferencias regionales como marco de referencia para la formulación de políticas públicas y programas sectoriales. Este Plan de Desarrollo incorpora un marco para la identificación y definición de cursos de acción concretos para cerrar las brechas de desarrollo existentes entre las regiones, los departamentos (sus subregiones y municipios) y el centro del país. Esta estructura exigió un proceso de construcción participativo a partir del diálogo entre la institucionalidad nacional y regional, por lo cual se convocó la participación de los actores sociales y políticos locales con el fin de construir los fundamentos de la paz con y desde las regiones, solo así se puede afianzar la legitimidad social de las políticas públicas y las relaciones de confianza entre el Estado, sus distintos niveles de Gobierno y los ciudadanos.

Con el fin de alcanzar los objetivos del plan, se trazan 5 estrategias transversales que aportan a los 3 pilares: la paz, la equidad y la educación, ellas son:

1. Competitividad e Infraestructura Estratégicas,
2. Movilidad Social,
3. Transformación del Campo,
4. Seguridad, Justicia y Democracia para la Construcción de Paz, y
5. Buen Gobierno.

Dentro del contexto del proyecto, la estrategia país planeada por el Gobierno está enfocada en cumplir los pilares; no obstante, en el marco del desarrollo la visión está asociada con la Competitividad e Infraestructura Estratégicas, que son necesarias para fomentar el crecimiento económico y el desarrollo humano derivados de una mayor integración y conectividad entre los territorios y la nación. Aunque en los últimos años el país ha tenido progresos considerables en la materia, todavía se sigue contando con una porción importante de infraestructura obsoleta y sin mantenimiento, por lo que se ha quedado rezagado frente al continente. Como respuesta, el Gobierno Nacional hará un gigantesco esfuerzo en infraestructura durante los próximos años para

continuar con su ambicioso programa de infraestructura de transporte de concesiones de cuarta generación (4G).

Por consiguiente, dentro de la política nacional de transporte urbano y masivo—seguimiento, mediante el documento CONPES 3368 de 2005 el Gobierno Nacional definió tres aspectos importantes: (i) un marco fiscal guía para la programación de los aportes de la nación en la cofinanciación de los sistemas integrados de transporte masivo SITM; (ii) los delegados de la nación en las juntas directivas de los entes gestores y estableció la responsabilidad del Ministerio de Transporte en el seguimiento a los SITM; (iii) los criterios de elegibilidad para los componentes del sistema que son susceptibles de ser cofinanciados por la nación, y estableció que los costos adicionales —tanto los derivados de litigios en el desarrollo de las obras como la implantación de los proyectos— tendrán que ser asumidos por las entidades territoriales, no por la nación.

Así mismo, mediante la Ley 1753 de 2015 (Art. 31), el Gobierno Nacional estableció por primera vez la posibilidad de que tanto él como las entidades territoriales realizaran inversiones en la etapa preoperativa, en infraestructura física y adquisición de material rodante para los sistemas de metro o de transporte férreo interurbano de pasajeros, tales como los trenes de cercanías.

En particular para el caso de Bogotá, en enero de 2017 se aprobó el documento CONPES 3882 Apoyo del Gobierno Nacional a la política de movilidad de la región capital Bogotá–Cundinamarca y declaratoria de importancia estratégica del proyecto Sistema Integrado de Transporte Masivo Soacha Fases II y III, aquél tuvo como objetivos precisar los mecanismos y requisitos necesarios para materializar el apoyo del Gobierno en los proyectos estratégicos que contribuyen a mejorar la movilidad de la Región Capital y, adicionalmente, identificar los proyectos susceptibles de cofinanciación a cargo de la nación: (i) la Primera Línea del Metro para Bogotá (PLMB); (ii) el Regiotram de Occidente, y (iii) el Transmilenio hasta Soacha en sus Fases II y III, que se declaró de importancia estratégica.

En esta línea, el documento CONPES 3900 de 2017—Apoyo del Gobierno Nacional al sistema de transporte público de Bogotá y declaratoria de importancia estratégica del proyecto Primera Línea del Metro—Tramo 1, tuvo como objeto la declaratoria de importancia estratégica del Proyecto Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB), así como el apoyo al SITP con las troncales alimentadoras y complementarias, que fue identificado como susceptible de cofinanciación a cargo de la nación en el documento CONPES 3882 de 2017, luego ratificado en el CONPES 3899 de 2017. Con la necesidad de complementar esta estrategia y configurar una red única integrada de transporte público, el documento CONPES 3882 declaró de importancia estratégica la extensión de Transmilenio a Soacha Fases II y III; además, identificó dos proyectos que debían robustecer técnicamente sus estudios para cumplir con el objetivo de los diez requisitos que se planteaban para acceder a la cofinanciación de la nación.

Por su parte, el documento CONPES 3899 actualizó y ratificó el apoyo a la continuidad en la implementación de soluciones de movilidad para la Región Capital. Así las cosas, el Gobierno Nacional reconoció los avances en la maduración de la estructuración de los proyectos priorizados por la Región Capital Bogotá–Cundinamarca, como complemento estratégico a la actual red integrada de transporte público.

Lo anterior obedece a que el crecimiento poblacional y la necesidad de desplazamiento de las personas requieren una constante innovación para generar soluciones de movilidad que faciliten un medio de transporte eficiente. Las condiciones de movilidad de la ciudad de Bogotá se caracterizan por una oferta pública de transporte insuficiente para responder las necesidades de desplazamiento de sus habitantes.

En ese sentido, con el fin de contribuir a mejorar las condiciones del servicio de transporte público de pasajeros, en el marco del Contrato N.º 002 de 2017 celebrado entre la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) y el Consorcio Metro Bog, se estableció la realización del Estudio de Impacto Ambiental y Social (EIAS) para la construcción y operación de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB), de las estaciones, patios, talleres y demás infraestructura asociada para la ciudad de Bogotá D.C.

Por consiguiente, el presente documento contiene la descripción general del componente ambiental (medios físico, biótico y socioeconómico) del proyecto. Es importante indicar que este EIAS ha sido elaborado con base en la información del diseño de factibilidad y que para la siguiente fase del proyecto, que incluye la elaboración de los diseños de detalle, el contratista deberá realizar los respectivos ajustes al estudio en mención.

Para empezar, el proyecto de Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá (PLMB) se localiza en la ciudad de Bogotá D.C., inicia en la localidad de Bosa y finaliza en la localidad de Chapinero. La Primera Línea del Metro tendrá una longitud de 24,86 km y será elevada en su totalidad. La ubicación del patio-taller se encuentra en el Predio El Corzo–Bogotá D.C, continúa con el tramo elevado o viaducto ferroviario denominado Ramal Técnico de conexión entre el patio-taller y la estación Portal de Las Américas; este tramo irá desde el Portal de las Américas hasta la Avenida (Av.) Caracas, a lo largo de la Av. Villavicencio, Av. Primera de Mayo y Calle 1, por donde girará hacia el norte hasta la Calle 72 y finalmente un tramo de maniobras de retorno en la Calle 76. Igualmente, se ha previsto permitir la prolongación de ésta y las líneas futuras en el monumento de Los Héroes.

Además, el proyecto objeto de estudio contempla la construcción de dieciséis (16) estaciones, la primera ubicada en proximidades de la futura Av. Longitudinal de Occidente–ALO, y la última en la Calle 72 con Av. Caracas.

En las figuras a continuación se presenta la ubicación del proyecto:

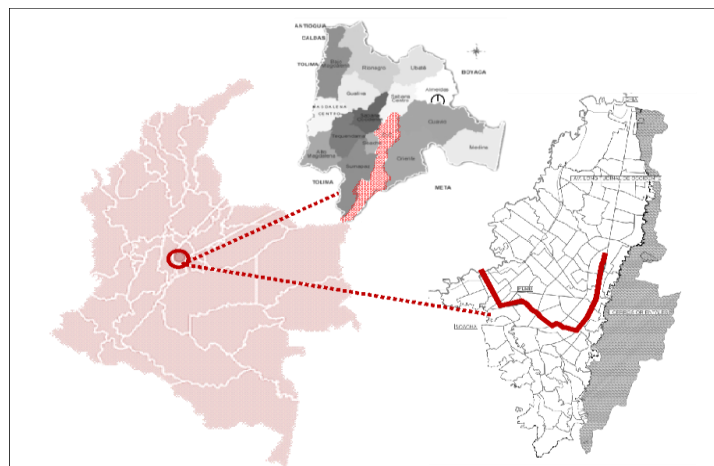


Figura 2.1 Localización general (Colombia–Cundinamarca–Bogotá D.C.)
Fuente: elaboración Empresa Metro de Bogotá–EMB

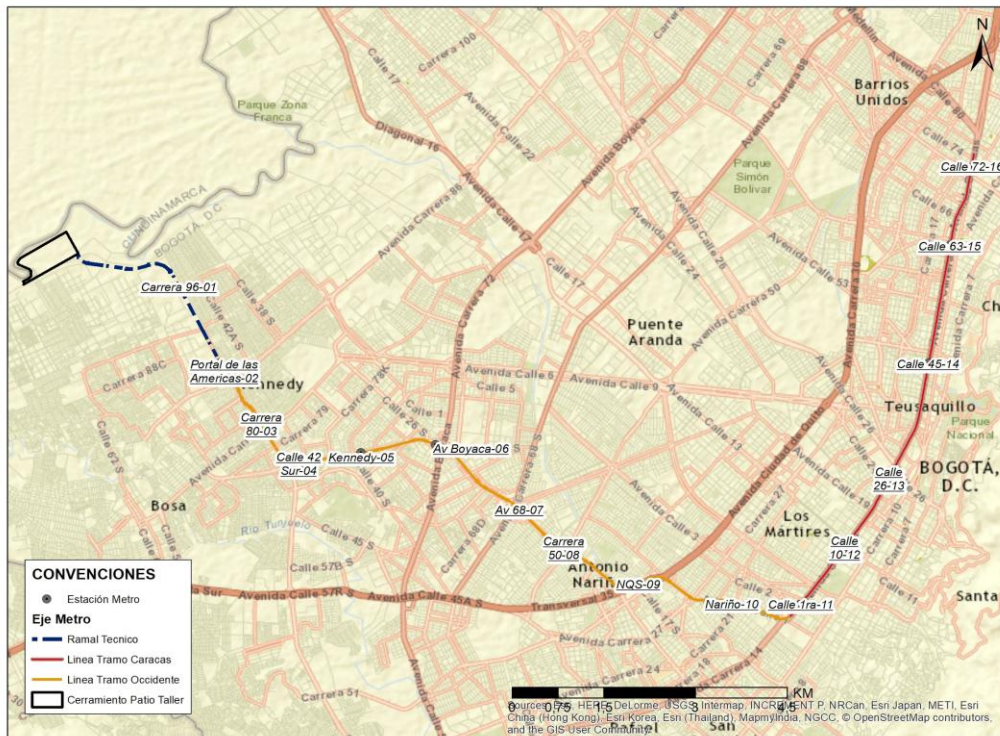


Figura 2.2 Esquema general del tramo de la PLMB
Fuente: elaboración Empresa Metro de Bogotá–EMB

Por otro lado, este EIAS se elaboró con base a los lineamientos de los Términos de Referencia establecidos por la FDN en la “Estructuración Técnica del Tamo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá”, en el marco normativo nacional y sus alcances ambientales correspondientes, como también con información de diseño en etapa de factibilidad, por ello se considera un documento dinámico que será actualizado en el contrato de construcción por responsabilidad del contratista; este documento se convierte en una herramienta de gestión ambiental que permitirá evaluar los posibles efectos negativos y positivos del proyecto sobre el medio ambiente, herramienta que toma en cuenta el marco normativo nacional pertinente al proyecto, como también aplica los Principios de Ecuador y los estándares de desempeño definidos por la Corporación Financiera Internacional como referente de salvaguardas de la banca multilateral.

La construcción del documento cuenta con la participación de profesionales especialistas en las diferentes ramas técnicas, entre las cuales se incluye topografía, redes hidráulicas, geotecnia, ambiental y gestión social.

A continuación se hace un breve resumen del contenido de cada uno de los capítulos del EIAS:

Capítulo 1. Resumen ejecutivo: contiene los antecedentes y aspectos técnicos sobresalientes del proyecto; las características más relevantes del medio físico, biótico y social; la evaluación y jerarquización de los impactos ambientales positivos y negativos; el plan de manejo ambiental, monitoreo y seguimiento; también el plan de contingencia y las necesidades de aprovechamiento de recursos con sus principales características.

Capítulo 2. Introducción: describe de manera general el contenido de cada uno de los capítulos, los objetivos del estudio y el equipo de profesionales participante en la elaboración del EIAS; además, se explica la metodología del desarrollo del estudio en sus tres medios (físico, biótico y socioeconómico), así como los antecedentes del proyecto.

Capítulo 3. Descripción del proyecto: se presenta su localización geográfica y las características técnicas de las obras por construir.

Capítulo 4. Marco legal e institucional: relaciona las leyes, normas, manuales, guías y estándares que aplican en el proyecto; además, contiene el marco institucional del Distrito Capital.

Capítulo 5. Línea base: define el área directa e indirecta del proyecto, también se describe y caracteriza su línea base ambiental teniendo en cuenta los aspectos de los medios abiótico, biótico y socioeconómico; además, se presenta un análisis integral de los medios con el fin de realizar la zonificación ambiental del área.

Capítulo 6. Análisis de alternativas: presenta el análisis de las diferentes alternativas para la definición del diseño actual con la metodología, los criterios de evaluación, los criterios de selección y los resultados, entre otros.

Capítulo 7. Impactos y riesgos ambientales y sociales: aquí se desarrolla la evaluación ambiental del proyecto mediante la identificación y evaluación de los impactos con y sin él; también se incluyen todos sus riesgos ambientales y sociales.

Capítulo 8. Gestión ambiental y social: desarrolla el plan de manejo ambiental y social, que consiste en los programas, planes y actividades necesarias para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por el proyecto; así mismo, se plantea su programa de monitoreo y seguimiento.

Capítulo 9. Participación social: se presentan las actividades desarrolladas frente a la socialización de avances del proyecto, las inquietudes y sus respuestas, la conformación de comités zonales de participación ciudadana, el trabajo en conjunto con la comunidad, el desarrollo de talleres y el trabajo interinstitucional, al igual que los dos momentos de socialización y consulta del EIAS y sus medidas de manejo.

Capítulo 10. Conclusiones: se presentan los resultados del EIAS para la construcción de la PLMB.

Capítulo 11. Anexos: aquí se incluyen los documentos soporte del EIAS.

Como resultado de esta etapa se tendrán consolidados los términos de referencia, en particular los apéndices técnicos ambientales y sociales, que servirán de soporte de la licitación para la construcción del proyecto. Por lo anterior, en la etapa de construcción se debe tener en cuenta que algunas actividades y áreas de prestación de servicios (como fuentes de materiales y sitios de disposición de los residuos de construcción) no estarán definidas porque su ubicación dependerá del diseño final y de las decisiones del contratista seleccionado.

Así mismo, el contratista adjudicatario tendrá que actualizar la línea base (en caso de aplicar) y los respectivos Planes de Manejo Ambiental y Social (PMAS) dependiendo del resultado de los estudios de diseños definitivos esta actualización integrará las medidas de monitoreo, seguimiento y supervisión para que el proyecto se realice según las mejores prácticas de ingeniería nacional e internacional, previa autorización de la interventoría y de la Empresa Metro de Bogotá.














Con respecto al EIAS, es un estudio dinámico que permite actualizar el PMAS en la medida en que se cuente con mayores definiciones que incluyan actualizaciones de la línea base en todo el ciclo del proyecto; además, con la identificación de permisos ambientales requeridos para la fase de construcción se adelantarán los correspondientes trámites para su obtención, lo anterior de acuerdo con los programas y procesos establecidos en el momento por la Alcaldía Mayor de Bogotá y la Empresa Metro de Bogotá.

Además, los datos usados para la elaboración del EIAS corresponden a toda la información compilada y organizada a través del tiempo, esta reúne los siguientes estudios:

- Estudio de Impacto Ambiental para la Construcción y Operación 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 Bogotá D.C., elaborado por el Consorcio Metro Bog en el marco del contrato 02/2017 (Convenio Interadministrativo N.º 1880 de 2014).
- Estudio socioeconómico para el proyecto Primera Línea del Metro de Bogotá, desarrollado por el grupo social del Consorcio Metro Bog.

A continuación se presenta una línea de tiempo de los estudios realizados para el proyecto metro:

Tabla 2.1 Línea de tiempo estudios realizados para el proyecto Metro de Bogotá

ESTUDIOS REALIZADOS METRO DE BOGOTA	
	DISEÑO CONCEPTUAL PLMB (2008-2010) - Unión Temporal Grupo SENER,
	INGENIERÍA BÁSICA AVANZADA (2013-2015) - CONSORCIO L1: Euroestudios, IDOM y Cano & Jiménez
	ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL DE LA PLMB (2014-2015) - IVICSA S.A, IDU.
	ESTUDIOS REALIZADOS DURANTE LA FASE 1 DEL CONVENIO 1880 SUSCRITO ENTRE IDU Y LA FDN (2014-2015)
	 Análisis financieros (2015) - Sumatoria S.A.S.
	 Análisis de fuentes de financiación (2015)
	 Ingeniería de Valor (2015) - Sener Ingeniería y Sistemas Colombia S.A.S
	 Análisis Legal (2015) - OPEBSA S.A.S
	 Análisis OPEX durante los 50 años de vida del proyecto (2015)
	ESTUDIOS REALIZADOS DURANTE LA SUBFASE 1 DE LA FASE 2 DEL CONVENIO 1880 SUSCRITO ENTRE IDU Y LA FDN (2016)
	 Estudio comparativo de alternativas - SYSTRA
	 Estudios de alternativas de ubicación del patio taller - Consultoría Colombiana S.A. (CONCOL)
	 ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ - CONSORCIO METROBOG

Fuente: elaboración propia

A continuación se referencian los entregables con los cuales se complementa la información del EIAS.

Tabla 2.2 Relación de entregables ET-19 y referencia a productos asociados con el proyecto Metro de Bogotá

Entregables ET-19 Contractuales – Estructuración	Referencia de productos asociados con el EIAS
Resumen ejecutivo	
Introducción	
Objetivos	“Estructuración técnica del tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá”

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Entregables ET-19 Contractuales – Estructuración	Referencia de productos asociados con el EIAS
Antecedentes	Diseño conceptual PLMB (2008–2010) – Unión Temporal Grupo SENER,
	Ingeniería Básica Avanzada (2013–2015) – Consorcio L1: Euroestudios, IDOM y Cano & Jiménez
	Estudios de Impacto Ambiental y Social de la PLMB (2014–2015) – IVICSA S.A, IDU.
	Estudios de alternativas de ubicación del patio-taller – Consultoría Colombiana S.A. (CONCOL)
Metodología	
Descripción del proyecto	
Localización	ET-01 Levantamientos topográficos
	ET-04 Diseño geométrico sistema vial
	ET-05 Diseño geométrico Metro
Características del proyecto	ET-04 Diseño geométrico sistema vial
	ET-05 Diseño geométrico Metro
	ET-06 Estructuras
	ET-07 Estaciones: arquitectura e instalaciones
	ET-08 Superestructura de vía férrea
	ET-09 Puesto central de control
	ET-10 Sistema de alimentación eléctrica
	ET-11 Sistema de señalización y control de trenes
	ET-12 Sistema de puertas de andén
	ET-13 Sistema de comunicaciones
	ET-14 Patios y talleres
Proceso constructivo del proyecto	ET-18 Urbanismo y paisajismo
	ET-04 Diseño geométrico sistema vial
	ET-05 Diseño geométrico Metro
	ET-06 Estructuras
	ET-07 Estaciones: arquitectura e instalaciones
	ET-08 Superestructura de vía férrea
	ET-14 Patios y talleres
	ET-18 Urbanismo y paisajismo
ET-22 Programación de obra y flujo de inversiones	
ET-23 Estimación de costos de operación y mantenimiento (OPEX)	
Marco legal e institucional	
Línea base	
Área de influencia directa (ÁID)	ET-01 Levantamientos topográficos
	ET-04 Diseño geométrico sistema vial

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Entregables ET-19 Contractuales – Estructuración	Referencia de productos asociados con el EIAS
Área de influencia indirecta (ÁII)	ET-14 Patios y talleres
	ET-07 Estaciones: arquitectura e instalaciones
	ET-02 Estudio de tránsito
Línea base ambiental	
<u>Medio abiótico</u>	
Componente geosférico	ET-03 Geotecnia y pavimentos
	Ingeniería básica avanzada (2013–2015) – Consorcio L1: Euroestudios, IDOM y Cano & Jiménez
Componente atmosférico	ET-08 Superestructura de vía férrea
<u>Medio biótico</u>	
Estructura Ecológica Principal (EPP)	ET-18 Urbanismo y paisajismo
Vegetación	ET-18 Urbanismo y paisajismo
Fauna	ET-18 Urbanismo y paisajismo
<u>Medio socioeconómico</u>	
Componente espacial	ET-02 Estudio de tránsito
	ET-07 Estaciones: Arquitectura e instalaciones
	ET-18 Urbanismo y paisajismo
	ET-19 Estudio ambiental
	ET- Interferencia con redes y servicios (secas y húmedas)
Componente cultural	ET-18 Urbanismo y paisajismo
	ET-07 Estaciones: arquitectura e instalaciones
	ET: 19 Estudio ambiental
Componente económico	ET-18 Urbanismo y paisajismo
	ET-07 Estaciones: arquitectura e instalaciones
Estudios de arqueología preventiva	ET-04 Diseño geométrico sistema vial
	ET-05 Diseño geométrico Metro
	ET-14 Patios y talleres
Información sobre población por reasentar	Convenio IDU–EMB
	Convenio IPES–EMB Plan Integral de Ocupantes de Espacio Público
Zonificación ambiental	
Demanda, uso y aprovechamiento de los recursos naturales	
Aguas superficiales	ET-04 Diseño geométrico sistema vial
	ET-06 Estructuras
	ET-18 Urbanismo y paisajismo
Aguas subterráneas	ET-06 Estructuras
	ET-03 Geotecnia y pavimentos
<u>Vertimientos</u>	
Para cuerpos de agua	N.A

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Entregables ET-19 Contractuales – Estructuración	Referencia de productos asociados con el EIAS
Para suelos	N.A
Ocupación de cauce	ET-04 Diseño geométrico sistema vial
	ET-06 Estructuras
	ET-18 Urbanismo y paisajismo
Residuos sólidos	ET-04 Diseño geométrico sistema vial
	ET-05 Diseño geométrico Metro
	ET-06 Estructuras
	ET-07 Estaciones: arquitectura e instalaciones
	ET-08 Superestructura de vía férrea
	ET-14 Patios y talleres
	ET-18 Urbanismo y paisajismo
Materiales de construcción	ET-04 Diseño geométrico sistema vial
	ET-05 Diseño geométrico Metro
	ET-06 Estructuras
	ET-07 Estaciones: arquitectura e instalaciones
	ET-08 Superestructura de vía férrea
	ET-14 Patios y talleres
	ET-18 Urbanismo y paisajismo
	ET-03 Geotecnia y pavimentos
Análisis de alternativas	Estudio comparativo de alternativas – SYSTRA 2016
Impactos y riesgos ambientales y sociales	
Evaluación ambiental	ET-02 Estudio de tránsito ET-4 Diseño geométrico sistema vial ET-05 Diseño geométrico Metro ET-7 Estaciones: arquitectura e instalaciones ET-18 Urbanismo y paisajismo ET-20 Estudio social ET-19 Estudio ambiental/Descripción del proyecto/Futura infraestructura del corredor
Identificación y evaluación de impactos	
Sin proyecto	
Con proyecto	
Zonificación de manejo ambiental del proyecto	
Gestión ambiental y social	
Plan de manejo ambiental (PMA)	ET-02 Estudio de tránsito ET-4 Diseño geométrico sistema vial ET-05 Diseño geométrico Metro
Medio abiótico	ET-06 Estructuras ET-7 Estaciones: arquitectura e instalaciones ET-08 Superestructura de vía férrea

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Entregables ET-19 Contractuales – Estructuración	Referencia de productos asociados con el EIAS
Medio biótico	ET-14 Patios y talleres ET-18 Urbanismo y paisajismo ET-20 Estudio social
Medio social	ET-19 Estudio ambiental/Descripción del proyecto
Programa de monitoreo y seguimiento del proyecto	ET-02 Estudio de tránsito ET-4 Diseño geométrico sistema vial ET-05 Diseño geométrico Metro ET-06 Estructuras ET-7 Estaciones: arquitectura e instalaciones ET-08 Superestructura de vía férrea ET-14 Patios y talleres ET-18 Urbanismo y paisajismo ET-0 Estudio Social ET-19 Estudio ambiental/Descripción del proyecto
Seguridad y salud en el trabajo	ET-4: Diseño geométrico sistema vial ET-05: Diseño geométrico Metro ET-06 Estructuras ET-7: Estaciones: arquitectura e instalaciones ET-08 Superestructura de vía férrea ET-14 Patios y talleres ET-18: Urbanismo y paisajismo ET-20: Estudio social ET-19: Estudio ambiental/Descripción del proyecto
Presupuesto	ET-21 Costos de inversión (CAPEX)
	ET-22 Programación de obra y flujo de inversiones
	ET-23 Estimación de costos de operación y mantenimiento (OPEX)
Cronograma	ET-22 Programación de obra y flujo de inversiones
Anexos	

Fuente: elaboración propia

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 Objetivo general

Determinar el estado actual de los recursos naturales, del medioambiente y de los aspectos socioeconómicos del área de influencia de la Primera Línea del Metro de Bogotá D.C. (PLMB), para identificar, definir y evaluar los impactos generados por el proyecto en las etapas de preconstrucción, construcción y operación, con el fin de prevenirlos, mitigarlos, corregirlos o compensar los efectos causados, de tal forma que se garantice una adecuada gestión ambiental y social en el marco de los lineamientos establecidos por la normativa nacional, así como por los lineamientos de la banca multilateral (salvaguardas en el proyecto: Banco Mundial, BID, CAF, guías operacionales EH&S, Principios de Ecuador e IFC).

2.1.2 Objetivos específicos

- Describir el medioambiente donde se va a llevar a cabo el proyecto para reconocer sus áreas de influencia directa (ÁID) e indirecta (ÁII).
- Realizar la caracterización socioeconómica de la población localizada en el ÁID del proyecto, desde las diferentes dimensiones (demográficas, espaciales, económicas, culturales y político–organizativa).
- Identificar los impactos relacionados con la población que debe trasladarse, con quiénes se adelantará la compra de sus inmuebles y con las actividades económicas informales que se dan sobre el espacio público; los impactos sobre el comercio formal que no será trasladado, la movilidad peatonal y vehicular, los daños a terceros entre los cuales se consideran las afectaciones a los Bienes de Interés Cultural (BIC), y sobre aspectos de tipo cultural (los cambios en la cotidianidad, las costumbres y los modos de vida).
- Identificar las expectativas que se generarán con el proyecto.
- Formular las medidas de manejo para impactos como el traslado involuntario de población que se ocasiona por la compra de predios (traslado físico y económico), la afectación al comercio informal–ocupantes del espacio público, en el marco de los convenios interinstitucionales suscritos con el IDU (1021 de 2017) y el IPES (033 de 2017).
- Formular las medidas de manejo para impactos de tipo cultural en articulación con las diferentes entidades del Distrito que hacen intervención en esta línea, como la Secretaría Distrital de Recreación, Cultura y Deporte; la Dirección de Cultura, la Secretaría Distrital de la Mujer, la Dirección de Diversidad Sexual, la Secretaría Distrital de Integración Social, el Instituto Distrital de Patrimonio Cultural y el Ministerio de Cultura.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales y sociales que pueda generar el proyecto.
- Caracterizar los recursos naturales que demandará el proyecto (estos se aprovecharán o afectarán durante las etapas de construcción y operación de la PLMB).
- Establecer la información sobre el PMAS, que incluye programas, indicadores y presupuesto a cargo del contratista.
- Elaborar un PMAS que establezca las medidas de prevención, mitigación y corrección de los impactos del proyecto durante las etapas de construcción y operación, considerando los requerimientos de las diferentes salvaguardas (BM, BID, CAF).
- Diseñar un programa de monitoreo y seguimiento ambiental que lleve a cabo la verificación, vigilancia y evaluación de las actividades, y al mismo tiempo permita evaluar la eficacia del PMAS.
- Elaborar el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG–SST) en la etapa de construcción y operación del proyecto.

- Diseñar un cronograma de actividades del PMAS, del Plan de Seguimiento y del Plan de Monitoreo.

Caracterización del Medio Abiótico

- Realizar monitoreos de calidad del aire en los sitios donde se ubicarán estaciones, patios y talleres; analizar los resultados y compararlos con la normatividad vigente para certificar su cumplimiento.
- Realizar el modelo de ruido y dispersión de contaminantes para predecir los impactos generados durante la etapa de construcción y operación de la PLMB en las zonas aledañas al proyecto.
- Identificar las zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos.
- Evaluar la vulnerabilidad de las aguas subterráneas a la contaminación por las actividades del proyecto.
- Determinar la vulnerabilidad o posible afectación de los acuíferos y su riesgo de desestabilización en el área de influencia.

Caracterización del Medio Biótico

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

Caracterización del Medio Socioeconómico

- Caracterizar de manera cuantitativa y cualitativa el medio socioeconómico del área de influencia del proyecto.
- Identificar los impactos del medio socioeconómico que puedan afectar a la población que se traslada y la que se mantiene (identificar y caracterizar los bienes patrimoniales con el fin de establecer las medidas de protección e identificar las afectaciones).
- Realizar la identificación geográfica de las zonas sensibles desde los aspectos sociales y económicos.
- Elaborar los programas de manejo ambiental en el componente socioeconómico, considerando las salvaguardas de la banca multilateral, los Principios del Ecuador y la IFC.
- Adelantar procesos de articulación interinstitucional con entidades del Distrito que lideran temas particulares, cuentan con reconocimiento de sus programas y resultados para atender diferentes aspectos sociales del proyecto, por ejemplo el IDU en materia de adquisición predial y reasentamiento, y el IPES en cuanto al manejo de la dinámica económica del comercio informal, en particular el componente de ventas informales en el espacio público.
- Realizar un trabajo coordinado con las entidades del Distrito para una intervención integral y ordenada sobre el corredor, considerando los impactos sobre elementos como: movilidad, cultura, infraestructura comunitaria y BIC, entre otros; para lo cual se prevé, en las medidas de manejo, dar continuidad al trabajo realizado durante el estudio con entidades como la Secretaría de la Mujer; la Dirección de Diversidad Sexual, la Dirección de Cultura, la Secretaría de Integración Social, el Instituto Distrital de Patrimonio y Cultura, la Secretaría

de Patrimonio y el Ministerio de Cultura, entidades que aportaron en la construcción de las medidas de manejo.

- Elaborar la metodología para desarrollar la prospección arqueológica con el fin de identificar posibles hallazgos en las áreas de patio-talleres.
- Formular e implementar metodologías que permitan y promuevan la participación ciudadana durante el proyecto.
- Garantizar mecanismos de atención de Peticiones, Quejas, Reclamos y Sugerencias (PQRS) a lo largo de las etapas del proyecto.
- Fomentar estrategias que permitan la consulta y los aportes de las comunidades al proyecto.

2.1.3 Antecedentes

El primer estudio de viabilidad y diseño de transporte público masivo Metro lo llevó a cabo Ineco Sofretu Consultorías y Sistemas en 1981, en él se determinó una línea prioritaria de 21,2 km de longitud con 23 estaciones; en ésta el 35 % del trazado era en superficie y el restante en subterráneo.

Luego, en 1996, con el financiamiento de la Cooperación Técnica Internacional del Gobierno de Japón (JICA), en la elaboración del Plan Maestro de Transporte Urbano de Bogotá D.C. se recomendó la implantación de un sistema integrado de transporte masivo para mejorar las condiciones de transporte de la ciudad.

En el mismo año, la nación y el Distrito acordaron desarrollar un estudio conceptual del Sistema Integrado de Transporte Masivo de la Sabana de Bogotá con dimensionamiento urbano, arquitectónico, ambiental, técnico, económico, entre otras, en el corredor que se considerara óptimo para dicha implementación; aquel estudio fue desarrollado por las empresas Ingetec–Bechtel–Systra, en él se presentaron los prediseños y la evaluación económica, ambiental, urbana y financiera de la primera línea del metro. Dentro de los estudios contratados se encuentran la actualización de la demanda del sistema integrado de transporte público y colectivo de Bogotá D.C., el Estudio de Impacto Ambiental y la estructuración técnica, legal y financiera desde el punto de vista urbano y arquitectónico.

Pero a finales de la década de los 90, la administración distrital suspendió la ejecución del proyecto y direccionó los recursos existentes del Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) a la adecuación del componente flexible (Sistema Transmilenio–BRT), este cambio fue aprobado por el Concejo Distrital en el Acuerdo N.º 42 de 1999.

Luego, mediante el Decreto 319 de 2006 se establece el requerimiento para Bogotá Distrito Capital de un: “Plan Maestro de Movilidad, orientado a lograr un transporte urbano regional integrado, eficiente, competitivo y ambientalmente sostenible, en operación sobre una red jerarquizada y a regular el tráfico en función de los modos de transporte que la utilicen, incluido el ordenamiento de estacionamientos, con el fin de corregir los problemas presentes de movilidad”.

Después, en el año 2008 se decidió iniciar de nuevo la construcción de la primera línea del metro con base en el Modelo de Ordenamiento de la ciudad, el Plan Maestro de Movilidad y el Decreto N.º 319 de 2006.

Por solicitud del gobierno distrital, el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo apoyaron la financiación y definición de los términos de referencia para el estudio del diseño conceptual; así mismo, participaron en el estudio del diseño básico avanzado de la Primera Línea

del Metro de Bogotá D.C. a través de un préstamo aprobado por el CONPES 3524 del 11 de junio de 2008.

Además, el 14 de noviembre de 2008 se suscribió el contrato entre la Secretaría Distrital de Movilidad y la Unión Temporal Grupo Consultor Primera Línea del Metro (UT GC PLM), conformado por Sener Ingeniería y Sistemas S.A. (empresa líder), Alg Advanced Logistic Group S.A., TMB Transporte Metropolitano de Barcelona, Incoplan S.A. Colombia, Santander Investment Valores Colombia S.A. Comisionista de Bolsa, y J&A Garrigues S.L.P.; en dicho contrato se realizó el diseño conceptual de la red de transporte masivo Metro, el diseño operacional, así como el dimensionamiento legal y financiero de la Primera Línea del Metro en el marco del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) de la ciudad de Bogotá, que entre otros aspectos y mediante un análisis de alternativas multicriterio, evaluó las distintas posibilidades de conexión de la red de transporte teniendo en cuenta el escenario de aquel entonces, sin proyecto, y en caso de que no se llevara a cabo el Metro en la ciudad.

Así mismo, el Decreto 309 de 2009 adopta para Bogotá el Sistema Integrado de Transporte Público, que regula entre otros la operación del SITP, el esquema empresarial, la democratización y la prestación del servicio, el sistema integrado de recaudo, el control y la información, el servicio al usuario, la gradualidad y las tarifas.

En el mismo 2009 se inició el diseño conceptual del Metro de Bogotá anteriormente mencionado, con el desarrollo de la Etapa 1 (Línea base de diagnóstico y definición de escenarios), Etapa 2 (Evaluación de alternativas y prioridad de implementación), Etapa 3 (Diseño operacional de la PLM), y la Etapa 4 (Notas técnicas y análisis del impacto, riesgo y beneficios).

También, mediante el documento CONPES 3677 de 2010 se define la PLMB dentro del Programa de Movilidad Integral para la Región Capital Bogotá, que así mismo precisa las reglas y el compromiso económico de la nación a través del Gobierno Nacional para la financiación de dicho programa.

A su vez, el Sr. David Sislen, gerente sectorial del Departamento de Desarrollo Sostenible del Banco Mundial, mediante un comunicado emitido el 11 de mayo de 2011 manifestó el seguimiento realizado por este organismo multilateral al estudio conceptual previo; de esta manera se estableció cuál debía ser la primera línea según los términos de referencia, y se afirmó la aprobación de esta entidad a los estudios realizados por la Unión Temporal Grupo Consultor Primera Línea del Metro (UT GC PLM).

Posteriormente, el Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá, período 2012–2016, incluyó como proyecto prioritario y eje estructurador la construcción e integración de la red férrea al sistema de transporte público.

Más aún, mediante Contrato N.º IDU 849 del 9 de mayo de 2013 suscrito con el Consorcio L1 (integrado por Euroestudios SL, Idom Ingeniería y Consultoría S.A. y Cano Jiménez Estudios S.A.) se contrató el diseño de la Primera Línea del Metro en el marco del Sistema Integrado de Transporte Público–SITP para Bogotá D.C., que modifica el trazado entre la Av. 68 y San Victorino por medio de un estudio de alternativas que identificó una opción de trazado por la Calle 8, la Calle 1, y también define la tipología subterránea para todo su recorrido.

Así pues, la interventoría técnica, legal, administrativa y financiera se desarrolló con ocasión del Contrato N.º 1472 del 18 de noviembre de 2013 entre el IDU y el Consorcio Integral Ayesa, conformado por Ayesa Ingeniería y Arquitectura SAU sucursal Colombia, e Integral S.A.

El día 17 de diciembre de 2013, en el Decreto 577 de 2013 se anuncia el proyecto “por medio del cual se modifica el Decreto 398 de 2009, para precisar y adoptar el trazado general del proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá–PLMB– en el marco del Sistema Integrado de Transporte – SITP de Bogotá D.C.”

Unos días después, el 30 de diciembre de 2013, el IDU y IV Ingenieros Consultores Sucursal Colombia suscribieron el contrato N.º IDU–2226 de 2013 con el fin de realizar la consultoría del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción y operación de la Primera Línea del Metro, de las estaciones, patios y talleres, en el marco del SITP de Bogotá D.C. Adicionalmente, el IDU suscribió el Convenio Interadministrativo N.º 1880 de 26 de diciembre de 2014 con la Financiera de Desarrollo Nacional S.A., para la estructuración de las dos (2) fases subsecuentes de la etapa inicial (“Diseño de la Transacción” y “Estructuración Integral”).

Mediante el Convenio Interadministrativo N.º 1917 de 2014, el IDU, la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad de los Andes (Convenio de Asociación N.º 1917 de 2014) aunaron esfuerzos de carácter técnico, humano, administrativo y financiero destinados a la generación de insumos para la construcción de la Primera Línea del Metro de Bogotá D.C. (PLMB) en el marco del Sistema Integrado de Transporte Público–SITP.

Además, el 7 de octubre de 2014, a través del Decreto 425 de 2014 “se adiciona el Decreto Distrital 577 de 2013, con el fin de anunciar la implementación del Ramal Técnico de Conexión al trazado del Proyecto de la Primera Línea del Metro de Bogotá D.C.” en el marco del Sistema Integrado de Transporte (SITP) de Bogotá, D.C.

Durante el año 2015, la nación y el distrito acordaron adelantar un estudio de ingeniería del valor, con el fin de ahorrar en los costos e intentar recuperar la viabilidad financiera del proyecto.

Unos años después, en 2016, la empresa Systra realizó un estudio comparativo de alternativas¹ para optimizar el trazado; como resultado de dicho estudio, se modificó el trazado de la PLMB en el tramo norte y cambió la tipología de subterránea a elevada.

Ya para el 2017, en el documento CONPES 3882 de ese año se declara el apoyo del Gobierno Nacional para optimizar el proyecto y ajustarlo al presupuesto disponible.

En consecuencia, se estableció el Contrato 02 de 2017 Primera Línea del Metro de Bogotá (Convenio Interadministrativo N.º 1880 de 2014) celebrado entre la Financiera de Desarrollo Nacional S.A. y el Consorcio Metro Bog, integrado por la Sociedad Colombiana Ingenieros Consultores Civiles y Eléctricos S.A. Ingetec S.A. y la sociedad francesa Systra, con el objeto de generar la estructura técnica del Tramo 1 de la Línea de Metro de Bogotá.

Además, en el documento CONPES 3900 de 2017 se declara el apoyo del Gobierno Nacional al sistema de transporte público de Bogotá y se manifiesta la importancia estratégica del Proyecto Primera Línea del Metro de Bogotá–Tramo 1.

Por último, el 9 de noviembre de 2017 se firma el Convenio Nación–Distrito, que establece los montos de financiación de cada una de las partes para la construcción y operación de la Primera Línea del Metro de Bogotá.

¹ En el Documento PLMB–SYS–DOC–TOD–0300–0C–V5 se concluye que, en relación con el riesgo y el atractivo de la PLMB, la opción elevada presenta mejores resultados; además, desde el punto de vista de costos, tiempos y riesgos de construcción, es una mejor alternativa frente al diseño subterráneo.

2.1.4 Tipo de financiación del Metro

La PLMB se desarrollará a través de un Contrato DBOMT (*Design, Build, Operate, Maintain and Transfer*) bajo una modalidad de financiación mixta; la Empresa Metro de Bogotá EMB gestionará un paquete de financiación para pagar al contratista de dicho contrato una parte de las inversiones realizadas dentro de la etapa de construcción. Por su parte, el contratista DBOMT realizará aportes de *equity*, también conseguirá recursos de financiación para terminar las inversiones y efectuar la compra tanto de equipos como de sistemas.

Debido a que la PLMB se enmarca dentro de los proyectos de transporte masivo cofinanciables Nación–Distrito de Bogotá, los recursos necesarios para su ejecución corresponden en un 70 % de aportes de la nación, como vigencias futuras ordinarias entre los años 2019 y 2048, y un 30 % de recursos del Distrito Capital, como vigencias futuras ordinarias entre el período 2017 a 2041.

Así mismo, la ejecución de la totalidad de las inversiones no desarrolladas directamente por la EMB serán responsabilidad del contratista DBOMT, y sus ingresos se dividirán en dos etapas:

(i) Etapa de Construcción: el contratista DBOMT recibirá pagos durante esta etapa, que corresponden a certificados de avance de obra. Las proyecciones financieras se construyeron asumiendo pagos semestrales en la medida en que cada certificado de avance deberá ser verificado tanto por la EMB como por el interventor de la obra.

Los pagos durante la Etapa de Construcción podrán ser de dos tipos, a saber:

(1) pagos en efectivo que realizará periódicamente la EMB, para lo cual deberá gestionar recursos de deuda en cabeza propia y,

(2) Certificados o títulos valores espejo de las vigencias futuras necesarias para cubrir las obligaciones de EMB; que utilizará el contratista DBOMT como medio de pago o como subyacente o colateral del programa de endeudamiento que deberá gestionar por su cuenta y riesgo. Por otra parte, estos valores sólo corresponderán a lo que se considera serían los recursos necesarios para cubrir su deuda sénior. No protegen coberturas ni rentabilidad del *equity*.

(ii) Etapa de Operación y Mantenimiento: corresponden a los ingresos que recibirá el contratista DBOMT por disponibilidad de la infraestructura existente, estos recursos no incluirán los recaudos del Sistema y, por lo tanto, no transferirá el riesgo comercial o el riesgo de demanda al contratista DBOMT, éste deberá recibir un valor fijo (sujeto a descuentos en caso de incumplimiento) que no dependerá del número de viajeros que hagan uso del sistema metro o del valor de la tarifa al usuario. En este sentido, será responsabilidad de EMB gestionar los recursos necesarios para realizar los pagos correspondientes al contratista DBOMT por este concepto.

2.1.5 Costos estimados del proyecto

La estructura de los costos del proyecto en construcción, o CAPEX, se ha dividido en cinco grandes secciones: obra civil, sistemas ferroviarios y material rodante, Traslado Anticipado de Redes (TAR), Gestión Social y Predial, y Gerencia de Proyecto (PMO) e Interventoría; a su vez, estas secciones se han subdividido en otros elementos asociados principalmente con el tipo de obras involucradas en cada sección.

Así mismo, las cantidades de obra se han evaluado para cada sección de acuerdo con el avance de los diseños de factibilidad y se encuentran soportadas por el modelo *Building Information*

Modelling (BIM), memorias de cálculo estructuradas sobre hojas de cálculo y modelos de CAD, en menor medida para los componentes con mínimo porcentaje de definición a partir de índices de construcción e información referencial de proyectos de características similares.

Además, los costos indicados por cada sección están conformados y presentados en costos directos y costos indirectos, los primeros se entienden como los materiales, equipos, herramientas, transportes, mano de obra y suministros necesarios para ejecutar las distintas actividades requeridas para la construcción de las obras; los costos indirectos incluyen el personal de control y supervisión, dirección, impuestos, garantías, gastos administrativos, imprevistos y utilidad del contratista constructor.

En el caso de los equipos y el material importado, se han considerado los costos asociados con los seguros y el transporte internacional, los gastos aduaneros, aranceles (donde aplica), IVA, transporte nacional y seguros locales hasta el sitio de instalación o montaje.

Adicional a ello, en el consolidado del CAPEX se incluyen los costos de la adquisición de predios, también el traslado anticipado de redes (TAR) desarrollado por terceros y suministrado por la FND; por último, se presenta el CAPEX consolidado del proyecto, este asciende a 12,3 billones de COP a pesos de 2017, costo que incluye la reconfiguración del BRT y carriles mixtos a lo largo del corredor de la línea metro, recuperación del espacio público, estaciones metro, viaducto, sistemas ferroviarios, material rodante, adquisición de predios y traslado anticipado de redes (TAR).

Tabla 2.3 Resumen del CAPEX con todos los componentes desagregados

COSTOS CAPEX PLMB			
Total 01 – Obras civiles		897.899.442.331	7,3 %
	1A–Desvío y manejo de tráfico (PMT)	103.726.868.409	0,8 %
	1B–Pavimentos	341.983.902.087	2,8 %
	1C–Urbanismo y paisajismo	195.912.877.763	1,6 %
	1D–Estaciones BRT	149.352.059.881	1,2 %
	1E–Intersecciones estructuras	106.923.734.191	0,9 %
Total 02 – Estructuras		2.770.110.547.251	22,5 %
	2A–Movimiento de tierras y demoliciones	33.860.575.348	0,3 %
	2B–Fundaciones	1.587.381.041.376	12,9 %
	2C–Tableros	795.152.470.278	6,5 %
	2D–Columnas	248.578.813.104	2,0 %
	E–Nacionalización	105.137.647.145	0,9 %
Total 03 – Estaciones		1.415.691.853.890	11,5 %
	3A–Obra civil	1.105.647.570.987	9,0 %
	3B–Arquitectura	223.552.132.199	1,8 %
	3C–Instalaciones	48.473.503.480	0,4 %
	3D–Servicios de megafonía	38.018.647.224	0,3 %
Total 04 – Patio y talleres		819.820.403.268	6,7%
	4A–Urbanismo exterior	524.666.090.970	4,3 %
	4C–Estructura	74.853.687.940	0,6 %
	4D–Arquitectura	29.178.073.383	0,2 %

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

COSTOS CAPEX PLMB			
	4E-Instalaciones	3.005.629.047	0,0 %
	4F-Edificios	4.426.148.079	0,0 %
	4G-Instalaciones eléctricas	13.007.635.518	0,1 %
	4E-Ingeniería	2.917.040.133	0,0 %
	4F-Suministros	97.234.671.105	0,8 %
	4G-Transporte y logística	16.529.894.088	0,1 %
	4H-Instalación y montaje	713.505.561	0,0 %
	4I-Pruebas	1.312.669.925	0,0 %
	4J-Capacitación, documentación, repuestos y herramientas	3.208.746.569	0,0 %
	4K-Nacionalización	48.766.610.952	0,4 %
Total 05 – Interferencia con redes de servicios – Redes menores		211.594.858.137	1,7 %
	5B-Redes secas	160.719.291.940	1,3 %
	5A-Redes húmedas	50.875.566.197	0,4 %
Total 06 - Superestructura de vía		428.641.585.125	3,5 %
	6A-Gastos generales	6.824.928.000	0,1 %
	6B-Suministros, acarreo y almacenamiento	170.103.097.831	1,4 %
	6C-Distribución, colocación, montaje y hormigonado	112.345.225.120	0,9 %
	6D-Ensayos y puesta en servicio	2.691.150.000	0,0 %
	6E-Documentación <i>as-built</i> , mantenimiento y administración	1.826.137.500	0,0 %
	6F-Capacitación	884.235.000	0,0 %
	6G-Nacionalización	103.777.408.825	0,8 %
	6H-Otros costos	30.189.402.849	0,2 %
Total 07 – Puesto central de control		50.514.567.784	0,4 %
	7B-Ingeniería	4.850.052.042	0,0 %
	7C-Suministros	16.186.428.450	0,1 %
	7D-Transporte y logística	2.581.583.288	0,0 %
	7E-Pruebas	3.744.543.000	0,0 %
	7F-Capacitación, repuestos y herramientas	2.746.895.250	0,0 %
	7G-Nacionalización	12.896.560.555	0,1%
	7H-Instalaciones + arquitectura	7.508.505.200	0,1 %
Total 08 – Sistema de alimentación eléctrica		399.795.694.804	3,2 %
	8A-Edificios subestaciones receptoras (SER)	11.377.581.534	0,1 %
	8B-Ingeniería	11.245.162.500	0,1 %
	8C-Suministros	166.745.945.960	1,4 %
	8D-Transporte, logística, impuestos y seguros	12.104.442.389	0,1 %
	8E-Instalación y montaje	49.642.506.078	0,4 %

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

COSTOS CAPEX PLMB			
	8F–Pruebas	10.423.577.395	0,1 %
	8G–Capacitación, documentación, repuestos y herramientas	13.930.579.889	0,1 %
	8H–Nacionalización	124.325.899.058	1,0 %
Total 09 – Señalización y control de trenes		378.427.066.500	3,1 %
	9A–Ingeniería	49.978.500.000	0,4 %
	9B–Suministros	166.606.650.000	1,4 %
	9C–Transporte y logística	3.844.500.000	0,0 %
	9D–Instalación y montaje	14.455.320.000	0,1 %
	9E–Pruebas	16.915.800.000	0,1 %
	9F–Capacitación, documentación, repuestos y herramientas	15.293.421.000	0,1 %
	9G–Nacionalización	111.332.875.500	0,9 %
Total 10 – Sistema de puertas de andén		329.389.440.938	2,7 %
	10A–Ingeniería	5.738.404.502	0,0 %
	10B–Suministros	182.048.753.664	1,5 %
	10C–Transporte y logística	4.806.087.109	0,0 %
	10D–Instalación y montaje	11.533.500.000	0,1 %
	10E–Pruebas	5.766.750.000	0,0 %
	10F–Capacitación, documentación, repuestos y herramientas	16.981.415.363	0,1 %
	10G–Nacionalización	102.514.530.302	0,8 %
Total 11 – Sistema de comunicaciones – billeteaje		231.471.775.308	1,9 %
	11A–Ingeniería	20.852.727.009	0,2 %
	11B–Suministros	105.670.003.541	0,9 %
	11C–Transporte y logística	2.657.030.063	0,0 %
	11D–Instalación y montaje	18.256.653.954	0,1 %
	11E–Pruebas	5.181.350.292	0,0 %
	11F–Capacitación, documentación, repuestos y herramientas	11.089.641.218	0,1 %
	11G–Nacionalización	67.764.369.232	0,6 %
Total 12 – Material rodante		1.305.489.637.198	10,6 %
	12A–Ingeniería	77.543.600.999	0,6 %
	12B–Construcción y montaje para un tren	744.445.485.000	6,0 %
	12C–Pruebas en fábrica	12.407.424.750	0,1 %
	12D–Transporte y logística	16.201.946.250	0,1 %
	12E–Pruebas en sitio	54.187.528.500	0,4 %
	12F–Capacitación, repuestos y herramientas	27.706.612.500	0,2 %
	12G–Nacionalización	372.997.039.199	3,0 %
	TOTAL (sin TAR, predios, otros costos)	9.238.846.872.535	75,0 %

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

COSTOS CAPEX PLMB			
Total 13 – Otros costos		985.402.235.150	8,0 %
	B – GERENCIA DE OBRA	98.531.389.334	0,8 %
	D – DISEÑOS	187.650.049.201	1,5 %
	E – INTERVENTORÍA	318.404.184.633	2,6 %
	A – COMPONENTE SOCIAL Y AMBIENTAL	380.816.611.981	3,1 %
Total 14 – Interferencia de redes – TAR		319.135.231.446	2,6 %
	A - INTERFERENCIA DE REDES – TAR	319.135.231.446	2,6 %
Total 15 – Predial		1.769.617.056.004	14,4 %
	A - PREDIAL	1.769.617.056.004	14,4 %
	TOTAL (TAR, predios, otros costos)	3.074.154.522.601	25,0 %
	TOTAL en COP	12.313.001.395.136	100,0 %

Fuente: elaboración propia del Consorcio Metro Bog

En la Tabla 2.4 se presenta una primera estimación de los costos de operación y mantenimiento (OPEX) para la primera fase de la línea 1 del metro de Bogotá, de 2023 hasta 2052 (30 años). Los cálculos se apoyan principalmente en el plan de operación preliminar que describe la propuesta de organización de la empresa operadora del metro de Bogotá, así como en el plan de mantenimiento preliminar que planea una organización del mantenimiento. El costo de operación y mantenimiento integra una progresión del parque material rodante de 23 a 27 trenes a partir del año 2027.

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Tabla 2.4 Resumen del OPEX con todos los componentes desagregados

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	Año 26	Año 27	Año 28	Año 29	Año 30
OPERACIÓN DE LA LÍNEA Y PATIO-TALLER	4.235	4.486	4.720	4.987	5.289	5.546	5.844	6.187	6.504	6.839	7.224	7.530	8.047	8.488	8.953	9.443	9.961	10.508	11.081	11.659	12.235	12.813	13.379	14.044	15.211	16.122	17.010	17.947	18.936	19.980
Costos de Personal	4.016	4.240	4.476	4.726	4.989	5.268	5.561	5.872	6.199	6.545	6.910	7.296	7.703	8.133	8.587	9.066	9.572	10.107	10.671	11.267	11.896	12.560	13.262	14.002	14.784	15.610	16.482	17.403	18.375	19.402
Costos de Operación	239	246	254	262	270	278	287	295	305	314	324	334	344	355	366	377	389	401	413	426	439	453	467	482	497	512	528	544	561	578
OPERACIÓN DE ESTACIONES	26.454	27.772	29.159	30.618	32.153	33.769	35.470	37.260	39.144	41.127	43.215	45.414	47.728	50.165	52.731	55.434	58.279	61.277	64.433	67.758	71.261	74.951	78.837	82.922	87.247	91.792	96.562	101.629	106.941	112.522
Costos de Personal	20.170	21.293	22.479	23.721	25.053	26.449	27.922	29.478	31.121	32.856	34.688	36.621	38.663	40.819	43.096	45.499	48.037	50.717	53.546	56.534	59.688	63.019	66.536	70.250	74.171	78.311	82.683	87.299	92.174	97.320
Costos de Operación	6.284	6.479	6.680	6.887	7.101	7.321	7.548	7.782	8.023	8.271	8.528	8.792	9.065	9.346	9.636	9.934	10.242	10.560	10.887	11.225	11.573	11.931	12.301	12.682	13.076	13.481	13.899	14.330	14.774	15.232
GRUPO 1 - MATERIAL RODANTE	13.971	14.540	15.153	15.783	16.479	17.241	18.070	18.977	19.964	21.033	22.187	23.429	24.762	26.189	27.715	29.345	31.083	32.934	34.903	36.995	39.224	41.604	44.140	46.838	49.695	52.718	55.914	59.291	62.858	66.615
Costos de Personal	3.952	4.166	4.393	4.632	4.884	5.151	5.435	5.735	6.051	6.384	6.734	7.102	7.488	7.883	8.298	8.734	9.191	9.670	10.172	10.708	11.279	11.886	12.529	13.208	13.926	14.684	15.482	16.321	17.201	18.123
Costos de Mantenimiento	9.401	9.746	10.103	10.474	10.858	11.253	11.664	12.091	12.535	13.007	13.500	14.014	14.549	15.105	15.684	16.287	16.915	17.569	18.249	18.956	19.691	20.455	21.249	22.074	22.931	23.821	24.744	25.701	26.693	27.721
Costos de Aseo	618	637	656	677	697	718	739	761	783	806	829	853	877	901	926	951	976	1.001	1.027	1.053	1.080	1.107	1.135	1.163	1.191	1.219	1.248	1.277	1.306	1.335
GRUPO 2 - CBTC	1.227	1.335	1.396	1.460	1.527	1.597	1.671	1.748	1.828	1.914	2.004	2.097	2.196	2.299	2.408	2.522	2.642	2.768	2.900	3.039	3.185	3.338	3.500	3.669	3.847	4.034	4.231	4.438	4.656	4.885
Costos de Personal	759	801	845	892	941	993	1.048	1.106	1.167	1.232	1.300	1.372	1.448	1.528	1.613	1.703	1.797	1.897	2.002	2.113	2.230	2.354	2.485	2.623	2.768	2.922	3.085	3.256	3.437	3.628
Costos de Mantenimiento	518	534	551	568	586	604	623	642	662	682	703	725	748	771	795	819	845	871	898	926	955	984	1.015	1.046	1.079	1.112	1.147	1.182	1.219	1.256
GRUPO 3 - SCADA-TELECOM	2.037	2.131	2.229	2.332	2.440	2.554	2.673	2.798	2.930	3.068	3.213	3.365	3.525	3.693	3.869	4.055	4.250	4.454	4.669	4.895	5.133	5.383	5.646	5.922	6.212	6.518	6.839	7.176	7.532	7.905
Costos de Personal	1.259	1.329	1.402	1.480	1.562	1.648	1.739	1.836	1.937	2.044	2.158	2.277	2.403	2.537	2.677	2.826	2.982	3.148	3.322	3.507	3.701	3.907	4.124	4.353	4.594	4.849	5.119	5.403	5.704	6.021
Costos de Mantenimiento	778	802	827	852	879	906	934	963	993	1.023	1.055	1.088	1.122	1.156	1.192	1.229	1.267	1.307	1.347	1.389	1.432	1.476	1.522	1.569	1.618	1.668	1.720	1.773	1.828	1.885
GRUPO 4 - PDA - INFRA ESTACIONES	10.029	10.364	10.711	11.070	11.442	11.827	12.226	12.639	13.067	13.510	13.968	14.444	14.936	15.446	15.974	16.522	17.090	17.678	18.288	18.920	19.575	20.255	20.960	21.690	22.444	23.223	24.026	24.854	25.707	26.587
Costos de Personal	1.003	1.058	1.117	1.179	1.244	1.313	1.386	1.463	1.544	1.630	1.720	1.816	1.917	2.023	2.135	2.254	2.379	2.512	2.651	2.799	2.954	3.119	3.292	3.475	3.669	3.873	4.088	4.316	4.556	4.810
Costos de Mantenimiento	9.026	9.306	9.594	9.891	10.198	10.514	10.840	11.176	11.523	11.880	12.248	12.628	13.019	13.423	13.839	14.268	14.710	15.166	15.637	16.121	16.621	17.136	17.666	18.215	18.780	19.362	19.962	20.581	21.219	21.877
GRUPO 5 - BILLETAJE	9.753	10.080	10.418	10.768	11.131	11.506	11.895	12.298	12.715	13.147	13.594	14.058	14.538	15.036	15.552	16.086	16.640	17.215	17.810	18.427	19.067	19.731	20.420	21.134	21.875	22.643	23.441	24.268	25.127	26.019
Costos de Personal	1.003	1.058	1.117	1.179	1.244	1.313	1.386	1.463	1.544	1.630	1.720	1.816	1.917	2.023	2.135	2.254	2.379	2.512	2.651	2.799	2.954	3.119	3.292	3.475	3.669	3.873	4.088	4.316	4.556	4.810
Costos de Mantenimiento	8.750	9.021	9.301	9.589	9.887	10.193	10.509	10.835	11.171	11.517	11.874	12.242	12.622	13.013	13.416	13.832	14.261	14.703	15.159	15.629	16.113	16.613	17.128	17.659	18.206	18.771	19.352	19.952	20.571	21.209
GRUPO 6 - VÍA FÉRREA	10.902	11.280	11.673	12.080	12.502	12.939	13.392	13.862	14.350	14.857	15.384	15.931	16.499	17.088	17.699	18.334	18.993	19.676	20.384	21.118	21.878	22.664	23.477	24.317	25.184	26.078	27.000	27.950	28.929	29.938
Costos de Personal	870	918	969	1.023	1.079	1.139	1.202	1.268	1.338	1.412	1.490	1.573	1.660	1.752	1.849	1.951	2.059	2.174	2.294	2.421	2.556	2.698	2.847	3.005	3.172	3.348	3.534	3.731	3.938	4.157
Costos de Mantenimiento	10.031	10.362	10.704	11.057	11.423	11.800	12.191	14.721	14.741	15.266	15.727	16.225	16.751	17.304	17.907	18.498	19.110	22.473	23.212	23.975	24.764	25.579	26.422	27.293	28.193	29.124	30.086	31.080	32.109	33.172
GRUPO 7 - ENERGÍA	1.489	1.564	1.643	1.727	1.814	1.907	2.004	2.106	2.214	2.328	2.447	2.573	2.706	2.845	2.993	3.148	3.311	3.483	3.664	3.855	4.056	4.269	4.492	4.727	4.976	5.237	5.513	5.803	6.110	6.432
Costos de Personal	1.212	1.278	1.348	1.423	1.501	1.584	1.671	1.763	1.860	1.963	2.071	2.185	2.306	2.433	2.567	2.709	2.859	3.017	3.184	3.360	3.546	3.742	3.949	4.168	4.399	4.642	4.899	5.171	5.458	5.760
Costos de Mantenimiento	277	286	295	304	313	323	333	343	354	365	376	388	400	412	425	438	452	466	481	495	511	527	543	560	577	595	613	632	652	672
GRUPO 8 - E&M	5.207	5.385	5.569	5.760	5.958	6.163	6.376	6.596	6.824	7.061	7.307	7.561	7.825	8.099	8.384	8.679	8.985	9.302	9.632	9.974	10.329	10.698	11.081	11.479	11.892	12.321	12.766	13.226	13.711	14.211
Costos de Personal	671	708	748	789	833	879	927	979	1.033	1.090	1.151	1.215	1.282	1.353	1.428	1.508	1.591	1.680	1.773	1.872	1.976	2.085	2.201	2.324	2.453	2.589	2.734	2.886	3.046	3.216
Costos de Mantenimiento	4.536	4.677	4.822	4.971	5.125	5.284	5.448	5.617	5.791	5.971	6.156	6.347	6.543	6.746	6.955	7.171	7.393	7.622	7.859	8.102	8.354	8.613	8.880	9.155	9.439	9.731	10.033	10.344	10.665	10.995
GRUPO 9 - PATIO - TALLER	7.126	7.439	7.767	8.110	8.470	8.847	9.242	9.656	10.090	10.545	11.023	11.523	12.048	12.598	13.176	13.782	14.417	15.084	15.784	16.519	17.290	18.100	18.950	19.843	20.780	21.765	22.799	23.885	25.026	26.225
Costos de Personal	3.931	4.145	4.370	4.609	4.860	5.125	5.405	5.700	6.011	6.340	6.687	7.053	7.439	7.847	8.277	8.731	9.210	9.715	10.249	10.812	11.406	12.034	12.696	13.395	14.132	14.911	15.732	16.599	17.515	18.481
Costos de Mantenimiento	1.212	1.250	1.289	1.328	1.370	1.412	1.456	1.501	1.548	1.596	1.645	1.696	1.749	1.803	1.859	1.916	1.976	2.037	2.100	2.165	2.232	2.302	2.373	2.446	2.522	2.600	2.681	2.764	2.850	2.938
Costos de Operación Patio-Taller	1.983	2.044	2.108	2.173	2.240	2.310	2.382	2.455	2.531	2.610	2.691	2.774	2.860	2.949	3.040	3.135	3.232	3.332	3.435	3.542	3.652	3.765	3.881	4.002	4.126	4.254	4.386	4.522	4.662	4.806
CONSUMO ENERGÍA	31.076	32.040	34.275	35.337	36.433	37.565	38.735	40.045	41.495	43.095	44.845	46.745	48.795	50.995	53.345	55.845	58.495	61.295	64.245	67.345	70.595	74.095								

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

El presupuesto socio ambiental para la construcción de la primera línea del metro de Bogotá está definido por los costos de las actividades para la etapa de obra, que se desarrollarán dentro del Plan de Manejo Ambiental y Social y el Programa de Seguimiento y Monitoreo establecidos para el proyecto. El consolidado del presupuesto ambiental es de \$135.173.037.794 pesos, y el presupuesto social es de \$ 136.329.614.472 pesos.

Es necesario mencionar que en el presupuesto ambiental no se incluyen las medidas de mitigación, control y compensación derivadas de la actualización del Plan de Manejo Ambiental y Social y del Plan SG–SST, que deben ser ajustados en la siguiente fase del proyecto. De igual forma, en el presupuesto social no se incluyen los costos del programa de reasentamiento ni del programa de arqueología para el viaducto, este último debido a que es necesario contar con la aprobación del ICANH para el Plan de Manejo.

En las siguientes tablas se indica el presupuesto detallado por programa:

Tabla 2.5 Consolidado Presupuesto Ambiental

CONSOLIDADO PRESUPUESTO AMBIENTAL	
Programa	Valor total
De cumplimiento de las obligaciones ambientales.	\$ 36.418.649.107
De manejo de instalaciones temporales.	\$ 12.070.437.424
De manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación.	\$ 30.510.852
De manejo de residuos sólidos, industriales y especiales.	\$ 5.554.045.337
De pasivos ambientales: suelos contaminados, recomendación de técnicas de remediación (estaciones de servicio).	\$ 6.450.330.000
Programa de manejo de derrames o fuga de combustibles líquidos.	\$ 471.178.800
De manejo de fuentes de emisiones atmosféricas (aire) y Programa de manejo de ruido y vibraciones	\$ 68.771.021.204
De seguimiento y monitoreo del recurso hídrico – cruce con cuerpos de agua	\$ 133.405.902
De manejo silvicultural	\$ 3.839.470.333
De manejo de fauna urbana	\$ 105.140.001
De compensación para el medio biótico por afectación paisajística	\$ 1.328.848.833
Total	\$ 135.173.037.794

Los costos asociados a los siguientes programas hacen parte del presupuesto global del proyecto:

- Programa de gestión para el uso eficiente del agua.
- Programa de supervisión y seguimiento a empresas de servicios públicos.
- Programa de manejo de materiales y equipos de construcción.
- Programa de elaboración del Plan de Gestión Integral de residuos peligrosos de la obra.
- Programa de manejo de aceites usados en el Distrito Capital.
- Programa de adaptación al cambio climático.

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Adicionalmente, en la siguiente fase del proyecto se deberá estimar el costo de los siguientes programas:

- Programa de manejo de patio–taller.
- Programa de reducción de los gases de efecto invernadero (GEI).

Tabla 2.6 Consolidado Presupuesto Social

CONSOLIDADO PRESUPUESTO SOCIAL	
PROGRAMA	Valor Total
Programa de información y relacionamiento comunitario	\$ 29.246.132.421
Programa de fortalecimiento ciudadano para la construcción de vida urbana de la primera línea de Metro de Bogotá	\$ 6.448.332.043
Programa de articulación interinstitucional para la construcción de vida urbana de la primera línea de Metro de Bogotá	\$ 2.490.651.621
Programa de información y atención para la movilidad peatonal y vehicular	\$ 21.686.664.086
Programa de protección a la afectación a la infraestructura y bienes de terceros	\$ 10.890.812.464
Programa de inclusión socio laboral	\$ 12.971.980.800
Programa de sostenibilidad económica para el comercio formal	\$ 11.555.952.000
Programa de manejo para ocupantes del espacio público	\$ 9.275.980.800
Programa de Observatorio de ocupación y valor de suelo"	\$ 4.805.990.400
Programa para la construcción de tejido urbano de la primera línea de Metro de Bogotá	\$ 13.139.942.400
Programa de manejo para la protección del patrimonio cultural Programa	\$ 4.705.835.791
Programa de manejo para el Monumento a los Héroes	\$ 147.480.639
Recursos convenios y actividades a ejecutar por la EMB	\$ 8.725.000.000
Plan de manejo arqueológico (patio taller, no incluye viaducto)	\$ 91.378.368
Total	\$ 136.329.614.472

El costo total del presupuesto socio ambiental es de \$ 380.816.611.981, tal como está en la tabla compilada con el CAPEX de la PLMB, este valor es el resultado del total de cada componente por un factor multiplicador de 1,42, que incluye administración, impuestos e imprevistos.

2.1.6 Área de influencia del proyecto

De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015, su Art. 2.2.2.3.1.1 define el área de influencia como aquella "en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios. Debido a que las áreas de los impactos pueden variar dependiendo del componente que se

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecrucen entre sí”.

De lo anterior se establece que el área de influencia del proyecto es aquella en donde se identifican las zonas afectadas por las actividades que se van a ejecutar.

En efecto, se caracteriza el área de influencia directa (ÁID) e indirecta (ÁII) para los medios físico, biótico y socioeconómico de la construcción y operación de la PLMB, de las estaciones, patio-talleres y demás infraestructura asociada para la ciudad de Bogotá D.C.

Para la delimitación de las áreas de influencia de los medios biótico y abiótico se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Alteración de la composición y estructura de las comunidades de flora y fauna.
- Franjas de protección ribereña o de rondas de los cuerpos de agua.
- Zonas de preservación ambiental.
- Áreas de manejo especial.
- Alteración de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo.
- Cambio en el uso actual del suelo.
- Cauces que atraviesan el trazado.
- Potenciales receptores y zonas sensibles.

Para la delimitación del área de influencia socioeconómica, los factores que definieron la mayor o menor afectación social son: cercanía física al área del proyecto y áreas de operación, uso y dependencia de vías e infraestructura que serán utilizadas, removidas o creadas en relación con la actividad, e influencia económica directa por las actividades que se desarrollarán debido al proyecto.

2.2 METODOLOGÍA ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL (EIAS)

El EIAS se realizó con base en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente (2010), y a partir de las Especificaciones Técnicas (ET–19 y ET–20) emitidas por la Financiera de Desarrollo Nacional (FDN) de noviembre de 2016 para la elaboración del estudio de Impacto Ambiental EIAS de la Primera Línea del Metro del Bogotá (PLMB); de igual manera, las metodologías desarrolladas hacen parte de la experiencia del Consorcio Metro Bog en este tipo de estudios.

Con respecto la cartografía Base de Datos Geográfica (GDB) por ejecutar durante el proyecto, se realizó según la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 “Por la cual se modifica y consolida el modelo de almacenamiento geográfico contenido en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales y en el Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos”, con el fin de estandarizar la entrega de los productos geográficos y cartográficos.

Cabe aclarar que el EIAS se elaboró según la información descrita en los estudios y diseños de factibilidad, y durante la etapa de ejecución del proyecto se actualizará lo descrito en la línea base, así como en la identificación, evaluación y valoración de impactos, planes de manejo y planes de seguimiento y monitoreo; esta actualización estará a cargo del contratista que desarrolle el proyecto.

Así pues, en el estudio se plantearon dos fases teniendo en cuenta las especificaciones particulares:

FASE 1: comprende la introducción, la descripción del proyecto, el marco legal e institucional, el análisis de alternativas y la línea base según lo desarrollado en el documento *Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá – Especificaciones Técnicas ET-19*, que incluyó consideraciones generales, objetivos, generalidades, alcances, metodología, descripción del proyecto, localización, características del proyecto, áreas de influencia, caracterización del área de influencia, línea base ambiental y zonificación ambiental.

Para la línea base del medio socioeconómico se consideraron los criterios y descripción del ÁID y del ÁII, el diagnóstico socioeconómico que se consolidó a partir de información primaria en el ÁID y la revisión de fuentes secundaria en el ÁII; además, reúne los siguientes componentes: demográfico, cultural, político organizativo, económico, arqueológico, e información sobre la población por reasentar (incluidos los ocupantes del espacio público). A su vez, fue planteado con base en marcos conceptuales y normativos que permitan realizar valoraciones cuantitativas y cualitativas, que a su vez son soporte de la implementación de procesos participativos que dan cuenta de los aportes de los ciudadanos y su incidencia en el proyecto, de conformidad con el documento *Estudio Social ET-20*.

FASE 2: contiene la evaluación de impactos y riesgos ambientales y sociales, la gestión ambiental y social, la participación social, las conclusiones y anexos, según lo desarrollado en el documento *Estructuración Técnica del Tramo 1 del área de influencia directa del Metro de Bogotá– Especificaciones Técnicas ET-19 y ET-20*, que entre otros incluyó la determinación de usos y aprovechamiento de recursos naturales, la evaluación ambiental (identificación y evaluación de impactos ambientales), la zonificación del manejo ambiental de proyecto, la evaluación ambiental, la zonificación de manejo ambiental del proyecto, los planes y programas (plan de manejo ambiental, plan de monitoreo y seguimiento del proyecto, seguridad y salud en el trabajo, así como el presupuesto).

2.2.1 Fase 1

De acuerdo con la metodología planteada, esta fase se adelantó en las siguientes etapas:

2.2.1.1 Etapa 1. Recopilación y análisis de información secundaria

La revisión de la información del proyecto (descripción) se desarrolló de manera preliminar, y se inició la búsqueda de información secundaria válida en el marco de lo establecido por la Metodología General para la Elaboración de Estudios Ambientales, expedida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA; la caracterización del ÁII se hizo con base en información secundaria.

Además, para definir los trabajos de campo de todos los componentes (abiótico, biótico, socioeconómico y cultural), se adelantó el análisis de la información a través de herramientas de sistemas de información geográfica para ubicar cartográficamente los trazados, definir ecosistemas presentes, posibles coberturas vegetales y localizar los cuerpos de agua existentes en el área de influencia, esta revisión permitió planificar de manera detallada sitios de muestreo, con lo cual se optimizaron los trabajos de campo adelantados.

De acuerdo con lo requerido en las especificaciones particulares, se identificaron de forma temprana las restricciones ambientales y sociales del área de estudio, también se efectuaron los distintos análisis técnicos y jurídicos pertinentes; lo anterior se llevó a cabo con base en la información técnica y ambiental del proyecto (huella del proyecto) entregada por el Consorcio, y la

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

revisión detallada de información secundaria disponible en fuentes oficiales, sistemas locales, datos oficiales de la Secretaría Distrital de Ambiente, la Corporación Autónoma Regional (CAR) y el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, con el fin de identificar alertas tempranas relacionadas con la intervención de áreas ambientales y sociales protegidas, como también establecer las estrategias y medidas necesarias.

Por su parte, en el medio socioeconómico, la actualización, definición y delimitación de las ÁID y las ÁII del proyecto se desarrolló de acuerdo con lo establecido en la ET-20, para lo cual se revisó la información de los contratos IDU 849 de 2013 e IDU 2226-2013, así como documentos del Estudio Ambiental y Social Integral de la Primera Línea del Metro para la ciudad de Bogotá, adelantados por el Instituto de Desarrollo Urbano IDU en el año 2013.

Así mismo, en la elaboración de la línea base o caracterización para cada uno de sus componentes, se consultaron diversas fuentes oficiales que se relacionan en el siguiente párrafo:

Para el componente demográfico: el Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE, información oficial de los sitios web de las alcaldías locales de Bosa, Kennedy, Puente Aranda, Antonio Nariño, Los Mártires, Santa Fe, Teusaquillo, Chapinero y Barrios Unidos, así como el portal de mapas de Bogotá IDECA; en el componente espacial se incorporó la información remitida por la Secretaría Distrital de Salud, la Secretaría de Educación Distrital, el Instituto Distrital de Recreación y Deporte, la Secretaría Distrital del Hábitat y el sitio web de Transmilenio; para la elaboración del componente económico se consultó y trabajó con información de la Secretaría Distrital de Desarrollo Económico, del Instituto para la Economía Social IPES y de la Cámara de Comercio de Bogotá.

De otro lado, el componente cultural se abordó con la información consultada y suministrada por el Ministerio de Cultura, la Secretaría Distrital de Cultura, Recreación y Deporte; la Dirección de Patrimonio, la Dirección de Cultura y el Instituto Distrital de Patrimonio Cultural; también se examinaron textos de orden histórico; en el componente político organizativo se tomaron datos consultados y suministrados por el Instituto Distrital para la Participación y Acción Comunal IDPAC, además de los de la Veeduría Distrital. Por último, la construcción de las tendencias de desarrollo se elaboró teniendo como insumo principal información de la Secretaría Distrital de Planeación y el contexto obtenido de los diferentes análisis realizados en los componentes previamente enunciados.

Además, con el fin de reunir información amplia y pertinente que permitiera la caracterización socioeconómica del área de influencia de la primera línea del Metro, se revisó:

- Contrato 2226 de 2013 “Realizar consultoría del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción y operación de la PLMB”, que permitió identificar las diferentes acciones que se desarrollaron con las comunidades en cada una de las estaciones planteadas para el metro subterráneo.
- Contrato IDU 849 de 2013 “Diseño para la primera línea de metro en el marco del sistema integrado de transporte público SITP para la ciudad de Bogotá”, que contiene el Estudio de Impacto Ambiental desarrollo para el Metro subterráneo, lo que permitió retomar información sobre la caracterización socioeconómica de las localidades del área de influencia.
- Documentos oficiales de Bogotá: POT, Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá período 2012-2016, documentos de las alcaldías locales, del Instituto de Desarrollo Urbano y de la Secretaría Distrital de Planeación.

- Información institucional de orden nacional (Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, Censo Nacional de Población y Vivienda 2005, estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal total por área 1985–2020, estadísticas vitales, estadísticas de pobreza y condiciones de vida; de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Sistema Único de Información de Servicios Públicos SUI), del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (reporte de Información, estadísticas del Sector TIC), del Ministerio de Salud (Sistema Integral de Información de la Protección Social SISPRO), y del Ministerio de Educación Nacional (sistema de consulta).
- Estudios previos.
- Revisión de información cartográfica.

Para la definición preliminar de área de influencia, así como la de los trabajos de campo de todos los componentes (abiótico, biótico y socioeconómico), se analizaron los datos a través de herramientas de sistemas de información geográfica para ubicar cartográficamente los trazados, determinar ecosistemas presentes, zonas de vida afectadas, posibles coberturas vegetales y ubicación de cuerpos de agua presentes en el área de influencia, esta revisión permitió planificar de manera detallada sitios de muestreo, con lo cual se optimizaron los trabajos de campo; a la par, la revisión cartográfica se utilizó para definir unidades territoriales de acuerdo con los Planes de Ordenamiento Territorial, ubicar infraestructura afectada y determinar de manera secundaria los posibles alcances de los impactos, esta información se trabajó y definió en una versión final con base en el ejercicio desarrollado en campo, también teniendo en cuenta los distintos aportes de los actores en el marco de la actividad de participación y socialización.

Por último, es importante mencionar que de los antecedentes de la caracterización biótica de la zona del proyecto, se revisaron los estudios ambientales llevados a cabo en la propuesta del metro subterráneo, para conocer tanto los ecosistemas representativos como los reportes de flora y fauna del área, información que conduce a orientar los muestreos de flora y fauna para la caracterización; además, se utilizó una metodología validada para identificar la vegetación, la fauna y el inventario forestal de este componente.

2.2.1.2 Etapa 2. Análisis preliminar y “pre campo”

Esta fase contiene tres actividades específicas relacionadas con el análisis del área de estudio:

2.2.1.2.1 *Análisis de restricciones ambientales y sociales*

De acuerdo con lo requerido en las especificaciones particulares, se identificaron de manera temprana las restricciones ambientales y sociales del área de estudio y se realizaron los análisis técnicos y jurídicos pertinentes; lo anterior se adelantó con base en la información técnica y ambiental del proyecto (huella del proyecto) entregada por el Consorcio, y la revisión detallada de comunicación secundaria disponible en las fuentes oficiales, sistemas locales, datos oficiales de la Secretaría Distrital de Ambiente, de la Corporación Autónoma Regional (CAR) y del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá, para identificar alertas tempranas relacionadas con la intervención de áreas protegidas a nivel ambiental y social, así como para establecer las estrategias y medidas necesarias.

2.2.1.2.2 *Pre campo*

De acuerdo con lo requerido en las especificaciones técnicas del estudio, se llevó a cabo una presentación con todos los aspectos metodológicos planeados por el Consorcio Metro Bog para las actividades de campo, luego de lo cual se procedió a realizar una visita al área de estudio con la participación de un especialista ambiental y otro social.

También, desde el punto de vista social, en esta etapa se adelantaron diversas actividades orientadas a identificar actores, características socioeconómicas y dinámicas sociales; como resultado de ese primer trabajo se elaboró y entregó el directorio institucional inicial del proyecto, que fue actualizado en la medida en que éste se desarrollaba, contiene aquellos actores con quienes se adelantó el proceso de participación y socialización con la comunidad, de acuerdo con lo establecido en los términos de referencia o ET-20.

De igual manera, se diseñó la estrategia de participación y socialización para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y Social EIAS, alineada con los productos establecidos en el entregable ET-20 Estudio Social, y considerando los requerimientos de las salvaguardas de la Banca Multilateral, los Principios del Ecuador y la Norma de desempeño IFC.

Con el insumo elaborado en el trabajo de pre campo se formuló la estrategia de participación, que fue concebida desde el enfoque de las acciones individuales y colectivas que pueden iniciar las personas, y que estén orientadas a aportar o incidir en el proyecto, lo anterior en el marco normativo y constitucional.

2.2.1.2.3 *Trámite de permisos y conceptos ante entidades para el Estudio de Impacto Ambiental y Social EIAS*

Para desarrollar el proyecto se identificó la necesidad de tramitar los siguientes permisos y conceptos ambientales:

- Modificación de la Zona de manejo de Preservación Ambiental del Río Bogotá para el área donde se ubicará el patio-taller y el Ramal Técnico.
- Permiso de aprovechamiento forestal único para la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, cuya información estará resumida en el capítulo del EIAS.
- Permiso de aprovechamiento forestal con la CAR, para árboles del patio-taller
- En caso de que se requiera la movilización de productos forestales en primer grado de transformación, derivados del aprovechamiento, se tramitará con anterioridad el Salvoconducto Único Nacional SUN ante la autoridad ambiental competente, de acuerdo con lo establecido en la Resolución 438 de 2001.
- Acta de revisión de aprobación del diseño paisajístico.
- Plan de manejo de tráfico.
- Licencias ambientales y mineras para proveedores de materiales de construcción.
- Manejo de ZMPA (Zona de Manejo y Preservación Ambiental) y estructura ecológica principal.
- Plan de manejo arqueológico.
- Plan de manejo de bienes de interés cultural.
- Variación de la ZMPA del río Bogotá.
- Variación del corredor ecológico de ronda del canal Cundinamarca, para el patio taller y ramal técnico.
- Variación de la ZMPA en los canales intervenidos por el proyecto.
- Resolución silvicultural.

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

- Acta de revisión y aprobación del diseño paisajístico.
- Salvoconducto de movilización de madera.
- Acta de entrega de árboles trasladados al Jardín Botánico de Bogotá (JBB).
- Acta de entrega de árboles plantados al JBB.
- Salvoconducto para la movilización de flora y arbolado.
- Registro de publicidad exterior
- Certificado de gases y emisiones vehiculares.
- Autorización para trabajo nocturno.
- Permisos de ocupación de cauce que apliquen en puntos donde se solapa en los cruces.
- Conexión temporal de servicios públicos.
- Certificación de revisión técnico mecánica de vehículos.
- Permiso de vertimiento.
- Disposición final de residuos de construcción y demolición (RCD).
- Registro como generadores de residuos de desechos peligrosos (RESPEL).

Es importante mencionar que los permisos, conceptos y autorizaciones obedecen a los identificados con los estudios de diseños básicos de factibilidad, la necesidad de permisos y autorizaciones específicas serán identificados en la etapa de diseños de detalle ya actualizados por el constructor; sin embargo, en el capítulo 4 se presenta un listado de los permisos, autorizaciones, conceptos y requerimientos establecidos para las siguientes etapas del proyecto.

Con respecto al medio socioeconómico, para el componente arqueológico, en el área del patio-taller se adelantó el trámite de una licencia arqueológica de prospección ante el Instituto Colombiano de Antropología e Historia ICANH; para ello, el Consorcio Metro Bog diseñó dicha propuesta. Posterior a la realización del trabajo de campo, se efectuaron las siguientes actividades: análisis de materiales, generación del plan de manejo arqueológico para el área y entrega de informe final de actividades al ICANH.

Otras consultas y certificaciones adelantadas en el medio socioeconómico fueron las solicitudes tramitadas ante los ministerios del Interior y de Cultura; al primero se envió una comunicación para solicitar la certificación de presencia de comunidades étnicas en el área del proyecto, el ministerio respondió mediante la certificación N.º 0894 del 29 de agosto de 2017, en la que señala: Que no registra presencia de comunidades Indígenas, Minorías y ROM en el área del proyecto: “Estructuración técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá”.

También se envió comunicación al Ministerio de Cultura para solicitar certificación de los BIC ubicados a lo largo del corredor; éste, mediante comunicación 411-2017 menciona los bienes que se encuentran en el área de influencia del proyecto: la Basílica Menor del Voto Nacional, la Casa Museo Jorge Eliécer Gaitán, el Cementerio Central parte central, el Colegio Distrital La Merced, el Edificio Ecopetrol, el Edificio Sede Automóvil Club de Colombia, la Escuela Nacional de Medicina, el Hospital San Juan de Dios-Instituto Materno Infantil, las iglesias de La Capuchina y de San Antonio de Padua. Así mismo, adjunto las resoluciones 039 de 1990, 0995 de 2016 y 1402 de 2012.

De igual manera, se adelantó la solicitud de certificación de BIC del orden Distrital con el Instituto Distrital de Patrimonio y Cultura, que mediante comunicación CR-CA-2017 del 31 de agosto de 2017 hace una relación de los bienes de interés cultural del ámbito nacional, distrital, sectores de interés cultural, bienes inmuebles, patrimonio inmaterial y exclusión de bienes de interés cultural-plan parcial, ubicados sobre el corredor del tramo 1 de la PLMB. En los anexo 6.5 y 6.6 se presenta el plano donde se identifican los BIC registrados.

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

En el componente económico se adelantó la consulta con el IPES para conocer los procesos, normativa y caracterización de los ocupantes de espacio público (OEP) ubicados a lo largo del trazado de la PLMB.

2.2.1.3 Etapa 3. Recopilación de información primaria

Consiste en capturar de fuentes primarias los datos requeridos de acuerdo con los términos de referencia, esta información es la base para desarrollar la caracterización del área puntual de los trazados y de las unidades territoriales menores, lo cual permitirá identificar de manera específica los impactos causados por el proyecto. Teniendo en cuenta que en el área del patio-taller, para recopilar información biótica, física, social y arqueológica primaria será necesario ingresar a predios de terceros, el Consorcio Metro Bog planteó como primer paso realizar el proceso de permiso de ingreso a predios, previo a la salida de campo de los profesionales que adelantarán dicha recopilación.

2.2.1.3.1 *Gestión de permiso de ingreso a predios*

Para adelantar esta actividad se requirió que EMB entregara la base predial del área del proyecto con el fin de que los profesionales de los medios biótico, físico, social y de arqueología identificaran previamente las áreas donde se requería ingresar; una vez adelantado este paso, el consorcio Metro Bog delimitó la zona de influencia directa del proyecto para poder iniciar los diferentes trabajos de campo.

Al finalizar la gestión se remitió un informe que contiene los predios donde se ingresó, responsable del predio, permanencia, gestión social adelantada (se destacaron los inconvenientes presentados y las soluciones implementadas); como registro de dicha actividad se cuenta con los respectivos soportes, evidencias o formatos diligenciados en cada uno de los predios, estos hacen parte de los anexos de la descripción del componente social.

Para los monitoreos de ruido y aire, a partir del reconocimiento en campo y la identificación preliminar de los sitios para ejecutar el muestreo, se solicitó el permiso de instalación de los equipos a cada uno de los propietarios de los predios por medio de entrevista en la cual se informaron los aspectos clave en el desarrollo de la actividad y la finalidad del muestreo. En el Anexo Calidad del aire se presenta el comunicado entregado a cada uno de los propietarios y la bitácora de instalación.














2.2.1.4 Medio abiótico

2.2.1.4.1 *Geología y geomorfología*

Los estudios de ingeniería incluyen la caracterización geológica, geomorfológica y de geotecnia del corredor, tienen como insumo fundamental los resultados y mapas producto del estudio de microzonificación sísmica de Bogotá, se complementan y actualizan con la información obtenida en las perforaciones desarrolladas como parte del presente estudio y los anteriores, como el de la solución de metro subterráneo.

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Tabla 2.7 Relación de estudios realizados proyecto Metro de Bogotá

ESTUDIOS REALIZADOS METRO DE BOGOTA	
	DISEÑO CONCEPTUAL PLMB (2008-2010) - Unión Temporal Grupo SENER,
	INGENIERÍA BÁSICA AVANZADA (2013-2015) - CONSORCIO L1: Euroestudios, IDOM y Cano & Jiménez
	ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL DE LA PLMB (2014-2015) - IVICSA S.A, IDU.
	ESTUDIOS REALIZADOS DURANTE LA FASE 1 DEL CONVENIO 1880 SUSCRITO ENTRE IDU Y LA FDN (2014-2015)
	
	Análisis financieros (2015) - Sumatoria S.A.S.
	
	Análisis de fuentes de financiación (2015)
	
	Ingeniería de Valor (2015) - Sener Ingeniería y Sistemas Colombia S.A.S
	
	Análisis Legal (2015) - OPEBSA S.A.S
	
	Análisis OPEX durante los 50 años de vida del proyecto (2015)
	ESTUDIOS REALIZADOS DURANTE LA SUBFASE 1 DE LA FASE 2 DEL CONVENIO 1880 SUSCRITO ENTRE IDU Y LA FDN (2016)
	
	Estudio comparativo de alternativas - SYSTRA
	
	Estudios de alternativas de ubicación del patio taller - Consultoría Colombiana S.A. (CONCOL)
	
	ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ - CONSORCIO METROBOG

Fuente: elaboración propia Consorcio Metro Bog

También se hizo una revisión y el análisis de los trabajos previos llevados a cabo en el sector por evaluar, relacionados con aspectos geológicos, hidrogeológicos y geomorfológicos provenientes de Ingeominas, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA).

Además, en el ámbito geológico se realizó reconocimiento geológico y geotécnico tanto al corredor como a los sectores aledaños para establecer el tipo de materiales presentes según su génesis, composición, edad y distribución espacial.

En relación con la hidrología, se definió la distribución espacial de las unidades geológicas, su génesis, condiciones de recarga–descarga de aguas lluvias y aspectos estructurales.

Por consiguiente, con los estudios anteriormente mencionados se desarrolló el capítulo de caracterización geológica e hidrogeológica del corredor, que incluye los mapas requeridos para cada una de las temáticas.

2.2.1.4.2 Vibraciones

Con el fin de establecer la línea base, se hicieron mediciones en dieciocho (18) puntos a lo largo del corredor del proyecto utilizando acelerómetros de alta sensibilidad, éstas permitieron definir los niveles de vibraciones sin proyecto y establecer un modelo de atenuación de vibraciones en la zona de estudio. Con base a las especificaciones técnicas de ingeniería, se definieron los niveles de vibración generados por el tránsito del metro y con base en estos se evaluó el impacto que podría tener el proyecto en términos de vibraciones.

Así pues, los alcances particulares de la actividad de caracterización de vibraciones en la zona de estudio incluyen:

- Caracterización de los niveles de aceleración en el espectro en frecuencias de interés (1 Hz a 100 Hz) para los diferentes componentes de movimiento, con el propósito de establecer las unidades de aceleración y velocidad de las vibraciones naturales y medioambientales sobre las viviendas en condiciones actuales dentro del área de influencia del proyecto.
- Caracterización de los niveles de las vibraciones asociadas con el tráfico actual en las vías que conforman el corredor de estudio y con ello establecer las características de la línea base del proyecto para estimar la relación con las etapas de construcción y operación sobre el ÁID.

2.2.1.4.3 Calidad del aire

Para adelantar la caracterización de la calidad del aire por donde atravesará el proyecto y su infraestructura asociada, se hizo una revisión de la información secundaria de la Red de Calidad del Aire de la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y el IDEAM.

Así pues, el laboratorio K2 Ingeniería S.A.S, acreditado ante el IDEAM, realizó un monitoreo con la toma de muestras en dieciocho (18) puntos ubicados espacialmente en las estaciones previstas en el diseño, considerando la toma en un período de dieciocho (18) días continuos. Cabe anotar que el diseño del trazado corresponde a 15 estaciones, razón por la cual, para abarcar mayores puntos espaciales, se incluyeron tres (3) estaciones adicionales correspondientes a la ubicación del patio-taller, la Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) y la cola de maniobra (Calle 76).

Durante las mediciones se analizaron los siguientes contaminantes:

- Material particulado como PM_{10}
- Material particulado como $PM_{2.5}$
- Dióxido de nitrógeno (NO_2)
- Dióxido de azufre (SO_2)
- Monóxido de carbono (CO)
- Compuestos orgánicos volátiles (COV)

De igual manera, se realizaron mediciones de variables meteorológicas tales como: dirección y velocidad del viento, presión barométrica, temperatura, precipitación y humedad relativa durante el mismo período de dieciocho (18) días continuos.

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Para conocer el estado actual de la calidad del aire en el área de influencia del proyecto se instaló una red de monitoreo de calidad de aire tipo indicativo durante un lapso de 20 días, entre el 1.º y el 20 de agosto de 2017, época considerada como seca.

También se ubicaron dos (2) estaciones meteorológicas con el fin de registrar las condiciones meteorológicas de forma representativa, estos monitoreos se ejecutaron con base en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad de Aire adoptado a través de la Resolución 650 de 2010, en el cual se determina la metodología que se ha de utilizar y las técnicas aprobadas por la legislación colombiana, así como las recomendaciones de la EPA (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos).

Una vez hecho el monitoreo, se realizó un modelo de calidad del aire bajo diferentes escenarios:

- Primer escenario: línea base sin proyecto.
- Segundo escenario: etapa de construcción.
- Tercer escenario: proyecto en operación.

La modelación de la calidad del aire del trazado se llevó a cabo usando el *software* Breeze Aermod, que presenta las herramientas y la funcionalidad requeridas para dicha tarea según los estándares de la U.S EPA. La definición del modelo partió del análisis realizado en el capítulo 5, Línea Base, numeral 5.2.1.20.8.1, elección del *software* para el modelo de dispersión, limitaciones y grados de incertidumbre del modelo. Aermod se considera un *software* integral que simula la dispersión de los contaminantes en el aire y su deposición en campos cercanos a menos de 50 km de la fuente; realiza sus cálculos según las características del terreno y la presencia de obstáculos (edificios) cercanos a la fuente de emisión que afecten la dispersión de la pluma; usa datos climáticos de la capa atmosférica superior, acepta información del terreno en siete formatos diferentes, visualiza en tercera dimensión la información de entrada y los resultados, tiene facilidades para modelar varios parámetros simultáneamente en períodos establecidos; así mismo, incorpora las técnicas más avanzadas de parametrización de la capa límite planetaria, la dispersión convectiva, la formulación de la elevación de la pluma y las interacciones complejas del terreno con la pluma; además, es el modelo más usado por la EPA de Estados Unidos y lo recomiendan los términos de referencia para la elaboración de EIAS por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

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

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

2.2.1.4.4 Hidrología

Se revisaron los planes maestros de alcantarillado realizados por el Acueducto de Bogotá, que presentan la descripción del sistema hídrico en condiciones naturales y las modificaciones que han tenido los cuerpos de agua con el desarrollo urbano de la capital del país; de aquellos se extrajeron los caudales máximos y mínimos utilizados para el dimensionamiento del sistema. También se identificaron los sistemas lénticos y lóticos.

Además, para la caracterización de los caudales medios se utilizaron los registros de las estaciones localizadas en la cuenca alta y los registros de precipitación total mensual, que se recopilaron del Acueducto de Bogotá, el IDEAM y los disponibles en la Secretaría de Ambiente.

2.2.1.4.5 Calidad del agua

El laboratorio K2 Ingeniería S.A.S, acreditado ante el IDEAM, efectuó los monitoreos de aguas superficiales correspondientes a las intersecciones con los cuerpos de agua en el ÁID de la línea, son 7 puntos ubicados desde el río Bogotá hasta la Calle 76 con Av. Caracas, a saber:

- Río Bogotá.
- Canal Cundinamarca.
- Canal Tintal II.
- Canal Río Seco.
- Canal Albino.
- Río Fucha.
- Río Arzobispo.

Una vez definidos estos puntos, los parámetros mínimos analizados son los indicados por las especificaciones técnicas o, para el caso, considerando que se pretende realizar el diagnóstico del ambiente en aguas superficiales, la medición *in situ* permitirá parametrizar el estado actual.

- Temperatura.
- Conductividad eléctrica.
- Sólidos disueltos.
- Sólidos sedimentables.
- Sólidos suspendidos totales.
- Turbiedad.
- Hidrocarburos.
- pH.
- Caudal.

Parámetros químicos:

- Oxígeno disuelto.
- Demanda química de oxígeno.
- Demanda bioquímica de oxígeno.
- Nitrógeno total.
- Fósforo total.

- Tensoactivos (SAAM).
- Aceites y grasas.

Parámetros hidrobiológicos

- Perifiton.
- Macroinvertebrados bentónicos.

Teniendo en cuenta que los parámetros antes mencionados fueron analizados por un laboratorio acreditado por el IDEAM, los protocolos de toma y análisis de muestras se efectuaron con base en los establecidos por dicho laboratorio, ya que para estos se otorgó la acreditación y no pueden ser modificados por externos.

2.2.1.4.6 *Clima*

La información climatológica mensual se recopiló en el IDEAM, el Acueducto y en las empresas encargadas de la operación de estaciones meteorológicas que operan en la zona, para describir las condiciones meteorológicas medias y extremas mensuales y multianuales del área; de los registros climatológicos se recopilaron los siguientes parámetros:

- Temperatura.
- Precipitación media mensual y anual.
- Presión atmosférica promedio mensual.
- Humedad relativa media, máxima y mínima.
- Viento: dirección y velocidad. Elaboración y evaluación de rosa de vientos.
- Radiación solar.
- Nubosidad.
- Evaporación.

De los listados de estaciones climatológicas operadas por las distintas entidades, se seleccionaron las estaciones representativas bajo los criterios de: tipo de estación, período de registro, localización en planta y elevación. Con la información de precipitación total mensual recopilada se elaboró el mapa de isoyetas de la zona.

2.2.1.4.7 *Ruido*

Este apartado establece la metodología para fijar los niveles de presión sonora en el área de influencia del proyecto, con lo cual se elabora la línea base del componente atmosférico, aquella según los parámetros y procedimientos de la normatividad vigente, a saber: la Resolución 627 de 2006, "por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido ambiental"; la Resolución 8321 de 1983, por la cual se dictan normas sobre protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos; el Decreto 948 de 1995, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire, y el Decreto 2107 de 1995, por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948.

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Teniendo en cuenta que la Resolución 627 de 2006 no alude a temas de ruido ferroviario, el párrafo segundo del Art. 9.º establece: “Las vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales, en general las vías, son objeto de medición de ruido ambiental, mas no de emisión de ruido por fuentes móviles.”

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

- Definición de los puntos de monitoreo: se seleccionó un (1) punto de muestreo por cada estación; la escogencia de cada punto se hizo de acuerdo con los siguientes criterios:
 - Se determinaron los receptores sensibles al ruido según las actividades desarrolladas, los usos del suelo y demás características establecidas en la Resolución 627 de 2006.
 - Se consideró que el punto seleccionado para la medición debe ser relocalizado nuevamente con exactitud; es decir, se debe cambiar a otro que no esté intervenido durante la construcción con el fin de tomar nuevas mediciones o corroborar datos.
 - Los puntos viables se ubican con el fin de estar en el lugar más próximo a los sitios de obra y en donde no exista obstrucción a la propagación de ruido.
- Identificación de áreas críticas de fuentes de ruido asociadas con los puntos de monitoreo.
- Condiciones atmosféricas: la velocidad del viento y la presencia de lluvia (el muestreo se debe realizar en condiciones secas, pavimento seco, sin truenos, entre otros).

Con base en lo anterior, se revisó la red de calidad del aire de la Secretaría Distrital de Ambiente y el IDEAM, y la ubicación de las estaciones del Metro e interconexión con Transmilenio.

De igual forma, los monitoreos de ruido ambiental los llevó a cabo el laboratorio K2 Ingeniería S.A.S., acreditado ante el IDEAM, en 18 puntos en horarios diurnos y nocturnos, durante un día ordinario y un día dominical por punto; además, en las mediciones de ruido ambiental se analizaron las variables de dirección y velocidad del viento, precipitación, temperatura y presión barométrica.

Para determinar los puntos de medición se revisó información existente sobre el modelo del ruido generado para el tramo Ramal Técnico (viaducto), en donde se realizó una aproximación a los posibles efectos generados en materia de ruido durante las etapas de construcción y operación.

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

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

- Primer escenario: línea base sin proyecto.
- Segundo escenario: etapa de construcción.

- Tercer escenario: proyecto en operación.

Para la elaboración del modelo de ruido se usó el *software* CADNA–A que según la información presentada en el capítulo Línea base, contiene los métodos de cálculo y las directrices nacionales e internacionales requeridas para el análisis de la PLMB, este se considera un *software* integral que emplea una única interfaz de usuario para la totalidad del programa, sin separación en módulos; también permite acceso a todas las normas de cálculo disponibles para los emisores de los tipos industria, carretera y ferrocarril; cuenta con más de 30 estándares y directrices de implementación; permite elegir una norma para cada tipo de emisor elegido en el modelo (industria y carretera o ferrocarril) y cuenta con gran velocidad de cálculo.

De otro lado, el proceso metodológico para desarrollar el modelo de ruido consistió en los siguientes pasos:

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

2.2.1.4.8 Caracterización del paisaje

El paisaje urbano es valorado principalmente a partir de seis elementos, el contacto con la naturaleza, la preferencia estética, la recreación, la interacción social, la participación ciudadana y la identidad comunitaria (Matsuoka & Kaplan, 2008). Para la caracterización de la calidad visual sobre el área del proyecto estos elementos fueron valorados y espacializados de acuerdo a los resultados obtenidos de la caracterización social y recorridos por el área de estudio. Se presenta a continuación, la definición de estos elementos:

- **Contacto con la naturaleza:** se encuentra relacionada con la presencia de parques locales, zonales o metropolitanos, reservas urbanas y la facilidad de acceso a estas. Se incluye también en esta categoría la presencia de arbolado y jardines urbanos, ya que a nivel estético reducen las modificaciones que se realizan al medio.
- **Preferencia estética:** corresponde a aquellos elementos definidos por la percepción humana a través de la belleza intrínseca de las formas de la tierra, como la presencia de recursos históricos y arquitectónicos que son de gran importancia, la presencia de árboles o jardines y en algunos casos coberturas naturales o afloramientos rocosos
- **Recreación:** Hace referencia a la disponibilidad de zonas verdes y parques en los que los habitantes pueden interactuar con su familia. Para este caso son considerados los parques metropolitanos, parques zonales y parques locales presentes en el área de influencia.
- **Interacción social:** el lazo o vínculo que existe entre las personas y que son esenciales para el grupo, de tal manera que sin ella la sociedad no funcionaría. Las relaciones sociales y los modos de interacción no se limitan al ámbito familiar o de parentesco;

también incluye las relaciones laborales, políticas, o asociadas a un lugar en especial, así como a los centros educativos, etc.

- Participación ciudadana: La participación ciudadana es un conjunto de mecanismos para que la población acceda a las decisiones del gobierno de manera independiente sin necesidad de formar parte de la administración pública o de un partido político. Para el presente estudio, esta información se relaciona con la presencia de grupos y organizaciones que interactúan entre sí con el fin de llegar a un objetivo común, en este caso el bienestar de la comunidad donde habitan.
- Identidad comunitaria o sentido de pertenencia: se define como a satisfacción de una persona al sentirse parte integrante de un grupo, el cual se caracteriza y la distingue de las demás por sus tradiciones, preferencias o conocimientos.

2.2.1.4.9 Propuesta paisajística

De acuerdo con la estructuración urbana que se desarrollará con la implementación de la PLMB, se evaluó la afectación del medioambiente por las nuevas estructuras; por tal razón, se articularon propuestas paisajísticas con el fin de re naturalizar el espacio insertando individuos vegetales en la vida urbana, según el *Manual de Silvicultura Urbana para Bogotá*, del Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.

Como resultado, las propuestas conceptuales se dividen en unidades paisajísticas que pretenden atender todos los escenarios por enfrentar en el desarrollo de la PLMB, éstas se describen a continuación:

- Unidad paisajística para mitigación de ruido.
- Unidad paisajística de plazas y plazoletas.
- Unidad paisajística para nuevas zonas verdes.
- Unidad paisajística de compensación de cobertura vegetal.
- Unidad paisajística de tratamiento de culatas.
- Unidad paisajística de acompañamiento de espacio público.

El criterio para escoger la vegetación que se ha de sembrar consiste en ver el proyecto de la PLMB como un escenario de oportunidad para recuperar y mejorar los espacios públicos efectivos por habitante, en tanto se generan nuevas zonas verdes para la ciudad; la selección de las especies se hizo según una serie de reuniones con el Jardín Botánico de Bogotá (JBB), la interventoría y la Secretaría de Ambiente.

En las mesas de trabajo, el JBB dio las siguientes indicaciones:

- Las especies arbóreas por emplear en el espacio público adyacente de la PLMB serán sembradas cada diez metros (10 m), de porte mediano y alto, con tallo monofustal y geometría piramidal; todas estas características se consideraron con el fin de generar homogeneidad visual a lo largo del recorrido.
- Se recomendó la siembra de una cantidad limitada de especies para formar un perfil urbano homogéneo.

La disposición de los individuos arbóreos permite la implementación de iluminación artificial cada treinta metros (30); además, proporcionan la iluminación natural al peatón. En el caso de las

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

esquinas se dispondrá un individuo arbóreo como mínimo a diez metros (10 m) de distancia con el fin de permitir la visualización de los diferentes actores de la vía (peatones, biciusuarios, conductores, etc.).

- Así mismo para los paraderos del Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) se dejará una distancia mínima de diez metros (10 m) contados desde el extremo de cada costado, para la disposición de individuos arbóreos con el fin de generar una referencia visual a los usuarios del sistema que permita seguridad vial.
- A lo largo del proyecto los individuos arbóreos se dispondrán en línea, excepto en los espacios remanentes y del costado occidental de la Unidad Paisajística 8, donde se dispondrán en tresbolillo².

Además, la cartilla *Lineamientos de diseño del espacio público para el proyecto de Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá* indica que la arborización debe mantener una altura libre de 2.20 m para no obstaculizar la circulación de peatones y ciclistas. Según indicaciones de esta cartilla, todos los individuos arbóreos que se localicen sobre andenes deberán presentar contenedor de raíces.

2.2.1.5 Medio biótico

Con base en los diseños de la PLMB y la definición del área de influencia del medio biótico, se efectuaron los trabajos de campo para la caracterización biótica, que incluyó el levantamiento de información primaria de avifauna y vegetación.

2.2.1.5.1 *Flora*

La caracterización de la vegetación se realizó con base en los resultados del inventario forestal, en donde se identificó *in situ* las especies, tarea que llevo a cabo un profesional forestal quien cubrió el trazado en su totalidad y algunos lugares del área influencia indirecta; en esta identificación se evaluó cada uno de los árboles encontrados y se diagnosticó su estado fitosanitario. Para las actividades desarrolladas en campo se usó GPS, de esta forma se georreferenció y se efectuó el registro fotográfico de la información colectada.

Se incluyó en el inventario forestal sectores anexos al AID, de tal forma que se contemplaron áreas en predios privados que probablemente se verán afectados por el proyecto PLMB; esta metodología se desarrolló con el fin de respetar las especificaciones técnicas establecidas por el FDN para la entrega de la información cartográfica.

El análisis de las coberturas vegetales se realizó con base en la fotointerpretación y delimitación de las coberturas de la Tierra mediante la aplicación de la metodología de Corine Land Cover (IDEAM, 2010), en donde se identificaron las coberturas que desde el punto de vista biótico tienen mayor importancia por ofrecer hábitats para el establecimiento de la vegetación y la avifauna. El análisis

² Colocar plantas en filas paralelas, de modo que las de cada fila correspondan a la mitad de los huecos de la fila inmediata, de suerte que formen triángulos equiláteros (RAE, 2018, recuperado de <http://dle.rae.es/?id=ab2Cc7H>)

de las coberturas de la tierra dio sustento a la categorización de las áreas sensibles del medio biótico, para la Zonificación Ambiental establecida en el área de influencia del proyecto.

2.2.1.5.2 Metodología de la toma de datos del inventario forestal

Una vez identificada el área donde va a iniciar el proyecto, se protocolizaron los siguientes pasos:

- Para esta actividad de campo, cada árbol incluido en el inventario fue marcado con pintura de aceite amarillo tránsito en el fuste o tronco principal y en forma consecutiva, que inicia desde el número 1, luego a cada uno se le tomaron los datos dasométricos; por ejemplo, con cinta métrica se calculó el perímetro a la altura de pecho (PAP) en metros, el diámetro de la copa del árbol en metros, etc.
- Enseguida, se realizó la inspección para determinar los estados físicos y sanitarios de acuerdo con el formulario de recolección de información silvicultural por individuo.
- Luego se tomó el registro fotográfico digital de cada individuo arbóreo, una imagen general y otra en detalle. No se incluyeron especies de jardinería.
- Estas fotos digitales fueron entregadas en una carpeta independiente en formato JPG, numeradas con el consecutivo del árbol y la foto general con el número 1, con 2 la foto detalle (Ej.: la foto 1 del árbol uno se llama 1-1; la foto 2 del árbol uno se llama 1-2; la foto 1 del árbol dos se llama 2-1, y así sucesivamente), cada una con un tamaño menor a 80kB. Los formatos están anexos al capítulo 5 de la Línea base.

2.2.1.5.3 Avifauna

Teniendo en cuenta que en las zonas verdes del área de influencia del proyecto predominan los pastos con presencia de árboles aislados, cuya distribución obedece a patrones urbanísticos, es poca la oferta de hábitat para las especies de los diferentes grupos de la fauna silvestre.

La avifauna sin embargo, por la facilidad en su desplazamiento aprovecha los estratos superiores de los árboles, en donde encuentra oferta alimenticia, resguardo y un lugar adecuado para la construcción de los nidos. Por esta razón, las aves se constituyen en el grupo representativo para la caracterización de la fauna a nivel urbano, y tanto su composición como la riqueza y diversidad, indican cuan adaptadas se encuentran al medio y cuan tan saludable es el entorno en donde habitan.

La metodología para la caracterización de la avifauna terrestre se fundamentó principalmente en la realización de un inventario sistemático sobre las coberturas vegetales que son afectadas por el desarrollo del proyecto vial. En este sentido, se adelantaron actividades de avistamiento sobre las unidades arbóreas más densas del corredor vial que fueron inventariadas por el equipo de ingenieros forestales del proyecto, con lo cual se buscó dirimir alguna posible asociación de la composición y estructura de aves en conjunto con las especies de árboles existentes sobre la PLMB.

La metodología utilizada para la caracterización de la avifauna, al igual que la selección de este grupo como representativo para evaluar el estado de la fauna en el área de influencia del proyecto, estuvo acorde con los criterios y lineamientos de los especialistas de Metrobog e interventoría.

2.2.1.5.4 Metodología de avistamiento de avifauna terrestre urbana

- Zonas o sitios de muestreo de aves

Debido a la asociación de aves con las coberturas vegetales, se determinó desarrollar un trabajo a través de unidades forestales o transectos de alta densidad arbórea (10 transectos o unidades muestrales), y realizar allí puntos de observación e inventario de identificación de nidos.

Este trabajo se llevó a cabo en un período de once (11) días efectivos en campo, durante los cuales se empleó la metodología expuesta en este documento (observación directa).

A su vez, las unidades forestales se establecen de acuerdo con la estructura ecológica principal de las zonas vegetales, así como las áreas de incidencia de aves sobre el corredor de afectación definido previamente desde el área técnica; en este sentido, se siguieron algunas recomendaciones técnicas y tiempos mencionados en la guía *Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales* (MADS, 2010) y en el *Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad* (Villareal et al, 2004).

- Avifauna silvestre urbana

Para elaborar el inventario y la toma de datos de estructura y composición de la avifauna del ÁID del proyecto, se realizaron dos métodos directos: transectos de observación directa y búsqueda y conteo simple de nidos. La asignación de nombres científicos y toponimia vernácula se adelantó según las listas de la clasificación de aves de Suramérica descrita por Remsen et al (2016) y la base de datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza IUCN (2016).

- Transectos de observación de avifauna silvestre urbana

Para determinar la composición de avifauna se establecieron transectos lineales de observación en cada punto establecido, según las unidades más densas de cobertura vegetal; también se tomaron registros de taxonomía, nombre común, abundancia, sexo y estrato vegetal en el que se observaron todas las aves; igualmente, se registró a cada individuo según el método de elaboración del diario de campo descrito a continuación:

Siguiendo el *Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres* (Ralph, C. John et al., 1996), la elaboración del diario de campo detallado y actualizado contiene los siguientes datos básicos:

- 1) Información sobre el punto de muestreo: (a) número y coordenadas de la ubicación; (b) número exacto de horas de observación, y (c) número total de apariciones o cruces de vuelo.
- 2) Censos y búsqueda de nidos: número, lugar y hora en que el censo fue efectuado, así como el tiempo invertido en la búsqueda de nidos.
- 3) Información sobre el personal: listar las actividades de campo de cada biólogo, incluyendo áreas censadas, etc.
- 4) Lista de todas las aves vistas o escuchadas: añadir notas de interés sobre observaciones conductuales, etc.

- 5) Información meteorológica: comentarios sobre el estado del tiempo del día.
- 6) Fenología botánica: lista de las especies en flor o con frutos y estado reproductivo.
- 7) Observaciones de interés sobre mamíferos, herpetofauna, insectos, etc.

Como información adicional, se tuvo especial interés en las aves sinantrópicas con el fin de ampliar la información sobre su comportamiento dentro de la comunidad; los datos recolectados servirán como material de referencia para futuros estudios y planes de manejo específicos de este tipo de especies en el área de influencia y en la ciudad.

- Método de búsqueda de nidos:

Teniendo en cuenta las unidades forestales, se revisó de manera simple la presencia de nidos en las estructuras arbóreas más representativas, para identificar la especie a la que pertenecen y su actividad. El método de conteo e identificación de nidos no se realizó de manera exhaustiva debido al cambio probable en la composición y estructura de la comunidad de aves que puede darse durante el tiempo transcurrido entre las etapas de formulación y ejecución del proyecto. De esta manera, la información obtenida mediante este método sirvió como apoyo para entender el estado actual de la avifauna del ÁID del proyecto

- Análisis de información:

Las aves registradas en la fase de campo se identificaron con la ayuda de guías ilustradas (Hilty & Brown, 1986; Rodríguez & Hernández, 2002). Para analizar y organizar la información, se siguió la secuencia filogenética sugerida por Remsen et al. (2016). A su vez, se adiciona información sobre distribución (residente o migratoria) de acuerdo con información de la literatura sobre el tema. Además, con el fin de especificar la relación de las especies registradas con los estratos vegetales presentes en el área de estudio, se agruparon de acuerdo al estrato en donde fueron observadas.

Por otro lado, para establecer las especies catalogadas como endémicas y bajo algún riesgo de amenaza de extinción, se tuvieron en cuenta los criterios nacionales determinados por Renjifo et al. (2002) y la Resolución 0912 del MADS de febrero de 2014; también se considerarán los criterios globales de IUCN (2016) y el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES (2016).

2.2.1.6 Medio socioeconómico

La metodología del medio socioeconómico se planteó tomando como base marcos conceptuales y normativos que permitan realizar valoraciones cuantitativas y cualitativas, que son soporte de la implementación de procesos participativos, tales como aportes de los ciudadanos y su incidencia en el proyecto.

Dicha metodología fue concebida y formulada para generar un acercamiento a la realidad social, económica, política y cultural de las comunidades aledañas a la PLMB. Así mismo, se propuso una estrategia de comunicación y participación destinada a promover los derechos ciudadanos y comunitarios con respecto a estar informados de manera oportuna, veraz y objetiva.

Cabe señalar que este documento se desarrolló a partir de cuatro ciclos metodológicos que se complementan y permiten conocer, al tiempo que abordar, el territorio desde lo social y sus características.

Otros productos que harán parte del EIAS en el medio socioeconómico corresponden a las estrategias de participación, que se desarrollan en el capítulo 9 del EIAS, de acuerdo con los requerimientos de la Banca y el Plan de Reasentamiento para la población que tendrá como impacto el traslado involuntario, por la compra de predios, así como el Plan Integral para Ocupantes de Espacio Público de la PLMB, en su componente de vendedores informales, considerando los programas de empleabilidad, emprendimiento, formación para la formalidad y relocalización.

También, la estrategia o plan de participación se desarrolló de acuerdo con lo establecido en la ET-20 Estudio Social, bajo los lineamientos y actividades del programa de participación y servicio a la ciudadanía, en el que se establecen tres escenarios: i) Reuniones informativas de inicio, avance, finalización y otras extraordinarias, que se deben desarrollar con autoridades locales, población del ÁID, organizaciones y demás grupos de interés; ii) Conformación y reuniones mensuales con ocho comités de participación zonal constituidos por los ciudadanos que a lo largo del proyecto estuvieron interesados en vincularse a los procesos participativos como multiplicadores de la información, como garantes de los procesos y como proveedores de información de las dinámicas y características locales; (iii) Otro escenario considerado es la línea de atención a los ciudadanos, que funcionó mediante una línea telefónica y un correo electrónico, esta estrategia permitió conocer y resolver las inquietudes de los ciudadanos así como establecer una trazabilidad y estadística mediante la incorporación de las Peticiones, Quejas, Reclamos y Soluciones (PQRS) al Sistema Distrital de Quejas y Soluciones (SDQS) del Distrito.

Dicha estrategia de participación se constituyó a partir de cuatro enfoques (género, interdisciplinario de derechos, incluyente, sustentable y corresponsable) que permitieron la interacción entre los ciudadanos, la Empresa Metro de Bogotá S.A. y los aportes directos al Estudio de Impacto Ambiental y Social; también contempló y consideró los diferentes niveles y grupos de interés, como: entidades, gobiernos locales, organizaciones, academia, comerciantes (formales e informales) y residentes.

Todos los escenarios y espacios de socialización y participación contaron con procesos de convocatoria, que se formularon de acuerdo con la población objeto, haciendo uso de diferentes mecanismo y medios para la invitación y divulgación, tales como: llamadas telefónicas, correos electrónicos, entrega de volantes predio a predio a lo largo del corredor y a 300 m en las estaciones, comunicación y entrega de piezas de comunicación a presidentes de Juntas de Acción Comunal, información en medios de comunicación local, entrega de cartas a las administraciones locales y entidades del Distrito.

2.2.1.6.1 Plan de reasentamiento

De acuerdo con lo señalado en la Resolución 1023 de 2017, el Plan de Reasentamiento tiene como fin restablecer las condiciones socioeconómicas de los residentes y ocupantes afectados de manera total, parcial o mixta por la gestión de suelo que se adelanta para desarrollar la PLMB. El tipo de afectaciones que tendrán quienes habitan los predios del ÁID determinará la metodología que se ha de seguir con base en unos principios, estrategias, fases, componentes, programas y proyectos que estructurarán dicho Plan.

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Con la construcción de la PLMB – Tramo 1, se renovará y transformará el entorno inmediato al viaducto y estaciones o módulos de acceso, puesto que las inversiones a realizar contemplarán reconformaciones del perfil vial existente, generación de ciclorrutas, nuevo espacio público alrededor de la estaciones iluminado y seguro, iluminación por debajo del viaducto a lo largo de toda línea, pasos peatonales seguros, servicios y comercio complementarios en las estaciones, y en general un paisaje urbano que incentivará el uso y goce de la ciudad.

En ese orden, se han identificado alrededor de 1.462 inmuebles/predios que serán requeridos para la construcción de los diferentes componentes del proyecto, como son:

- Inmuebles requeridos para la construcción del viaducto, situados a una distancia no mayor a los 10 metros, medidos desde el borde de la placa del viaducto hasta el punto más cercano del predio. En esta categoría están incluidos los inmuebles requeridos para liberar el trazado para la construcción del viaducto de la PLMB, en las 4 curvas principales, que para efectos del presente Plan de Reasentamiento corresponden a 129 inmuebles.
- Inmuebles requeridos para la reconformación del perfil vial, definido por la Secretaría Distrital de Planeación - SDP en su cartilla “Lineamientos de diseño del espacio público para el proyecto de Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá”.
- Inmuebles requeridos para la localización de las pilonas de los pórticos diseñados para soportar el viaducto, situados en un radio de 10 metros del centro de la pilona.
- Inmuebles requeridos para la construcción del viaducto que conecta la primera estación con el patio taller (ramal técnico). La fuente base de información de este diagnóstico es el Censo de Unidades Sociales realizado por los expertos adscritos a la Dirección Técnica de Predios del Instituto de Desarrollo Urbano. Por su parte, el proceso de recolección de información primaria lo adelantaron profesionales del área social directamente en el sitio de incidencia del proyecto, quienes visitaron cada uno de los predios para poder identificar las unidades sociales de acuerdo con sus condiciones de tenencia y uso.
- Inmuebles requeridos para la localización del Patio Taller.
- Inmuebles requeridos para la localización de subestaciones eléctricas del Metro de Bogotá.
- Inmuebles requeridos para la localización de los módulos de acceso a las estaciones del Metro de Bogotá.

Además, para obtener dicha información se aplicaron los Formatos de Gestión Predial (FO–GP), estandarizados y aprobados por la Oficina Asesora de Planeación del IDU, de la siguiente manera:

- FO–GP–06. Censo de hogares y unidades económicas. Formulario 0. Identificación del predio: se emplea para determinar y describir de forma general un predio, así como para obtener información del propietario y de las unidades sociales reconocidas.
- FO–GP–08. Encuesta de caracterización de unidades sociales hogares. Formulario 1. Información de viviendas y hogares: en este formato se consigna la información

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

- socioeconómica relacionada con el responsable de la unidad social y los integrantes del núcleo familiar (características del hogar, condiciones de tenencia, su relación con el entorno, antecedentes y expectativas).
- FO-GP-09. Encuesta de caracterización de unidades económicas. Formulario 2. Información de unidades económicas: en este formato se recopila la información y características de las actividades económicas en cuanto a formalidad, tiempo de permanencia, tipo de actividad, entre otras que se encuentran en los predios, así como sus generalidades sociales (condiciones de tenencia, antecedentes, expectativas y su relación con el entorno).
 - FO-GP-10. Encuesta de caracterización de unidades sociales hogares. Formulario 3. Información de rentistas: en este formulario se registra la información de tenencia, si hay algún tipo de condicionamiento jurídico sobre el predio que deba ser tenido en consideración cuando se inicie el proceso de adquisición del predio, tales como: hipoteca, embargo, procesos asociados con la escrituración del inmueble (protocolización o registro), medidas cautelares, procesos de litigio por la titularidad del dominio, entre otros; además, incluye preguntas relacionadas con la renta del inmueble.
 - FO-GP-182. Acta visita verificación de existencia de la unidad social en el predio: en este documento se hace una recopilación de las actividades realizadas durante las visitas de los profesionales del área social, también se plasman inquietudes de las unidades sociales tanto al momento de la identificación censal como en los acompañamientos a lo largo del proceso de reasentamiento.

Por otra parte, para tener una aproximación de la población objeto de reasentamiento de los predios restantes del trazado de la PLMB, en enero de 2018 la Empresa Metro de Bogotá llevó a cabo una caracterización preliminar³, para lo cual empleó la técnica de observación no participante, que al aplicar una ficha sencilla de identificación predial permitió establecer particularidades de las construcciones de los lotes, como: número de pisos, tipo de construcción, tipo de uso, tipo de actividades económicas, y proyectar las posibles unidades sociales objeto de reasentamiento (se expone en el capítulo 5). A la fecha, la EMB está levantando la información censal de todas las unidades sociales que residen o hacen uso de los predios que serán objeto de adquisición predial, para con ello precisar la información preliminar presentada en este capítulo 5.

- Objetivo general

Establecer un proceso de gestión social integral para la población cuyos predios se afectarán de manera parcial o total en el proceso de desarrollo de la Primera Línea del Metro de Bogotá, con el fin de contribuir al restablecimiento de sus condiciones de vida y mejorarlas.

³ Se describe como una caracterización preliminar ya que se empleó una técnica básica de identificación predial, sujeta a ajustes una vez se establezca el censo, el diagnóstico socioeconómico, el estudio de títulos, avalúos y otros estudios que permitirán determinar con exactitud la población objeto de reasentamientos, de acuerdo con las diferentes modalidades por emplear durante el proceso de gestión social.

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Este proceso de gestión debe considerar unos principios, estrategias, fases y componentes que concuerden con el tipo de afectación predial, el tipo de unidades sociales (USH, USE, UE⁴) y las condiciones de vulnerabilidad.

2.2.1.6.2 Ciclos 1: revisión de información secundaria

Con el fin de obtener información amplia y pertinente que permitiera la caracterización socioeconómica del área de influencia de la PLMB, se revisó:

- Contrato 2226 de 2013, “Realizar consultoría del Estudio de Impacto Ambiental para la Construcción y Operación de la PLMB”: permitió identificar las diferentes acciones que se desarrollaron con las comunidades en cada una de las estaciones planteadas para el metro subterráneo.
- Contrato IDU 849 de 2013, “Diseño para la primera línea de metro en el marco del sistema integrado de transporte público–SITP– para la ciudad de Bogotá”: contiene el Estudio de Impacto ambiental desarrollo para el metro subterráneo, lo que permitió retomar información sobre la caracterización socioeconómica de las localidades del área de influencia.
- Documentos oficiales de Bogotá: POT, Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá período 2012–2016; documentos de las alcaldías locales, del Instituto de Desarrollo Urbano y de la Secretaría Distrital de Planeación.
- Información institucional de orden nacional (Departamento Administrativo Nacional de Estadística–DANE Censo Nacional de Población y Vivienda 2005, estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal total por área 1985–2020, estadísticas vitales, estadísticas de pobreza y condiciones de vida; Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios: Sistema Único de Información de Servicios Públicos – SUI; Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: reporte de Información, estadísticas del Sector TIC; Ministerio de Salud: Sistema Integral de Información de la Protección Social –SISPRO; Ministerio de Educación Nacional: sistema de consulta.
- Estudios previos.
- Revisión de información cartográfica.

2.2.1.6.3 Ciclos 2: diseño de materiales e instrumentos y actualización de bases de datos

En esta etapa se diseñaron, revisaron y ajustaron las comunicaciones y el material requerido para llevar a cabo los procesos de socialización y aplicación de lineamientos de participación, tales como:

- Elaboración de metodologías para recolección de información primaria.
- Instrumentos para recolección de información primaria.
- Oficios de invitación a reuniones y solicitud de información.

⁴ USH: Unidad Social Hogar. USE: Unidad Social Económica. UE: Unidad Económica.

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

- Afiches de información y volantes de invitación a las socializaciones.
- Diseño y revisión de material pedagógico de información: presentaciones en formato Power Point, cartografía y material pedagógico de apoyo y refuerzo para los comités zonales ciudadanos.
- Encuesta de percepción.
- Actualización de bases de datos e identificación de actores sociales.

2.2.1.6.4 Ciclos 3: trabajo de campo

Como complemento al trabajo adelantado con las comunidades, se realizaron recorridos con el equipo social a lo largo del trazado de la línea del metro para la identificar y reconocer el entorno socioeconómico (características sociales, económicas y culturales por barrios y manzanas) de la población ubicada a lo largo del trazado, determinar el espacio público por intervenir, los equipamientos comunitarios, sociales, comerciales y culturales presentes; así mismo, se establecieron los predios ubicados sobre el área de intervención del proyecto.

Además, el proceso de socializaciones consistió en adelantar una estrategia para abordar a las comunidades y actores sociales ubicados en el área de influencia del proyecto, por lo cual se implementaron tres procesos de socialización con dos objetivos claros: i) Brindar información clara y pertinente relacionada con la realización del estudio y del proyecto; ii) Abrir espacios de diálogo con el fin de escuchar y registrar las inquietudes y, en general, todos los comentarios de la comunidad.

También se conformaron comités zonales de participación en los que se vinculó a la población residente y flotante del área de influencia para fortalecer las relaciones de la comunidad con la Empresa Metro; estos comités sirvieron de espacios de consulta en donde se aplicaron los instrumentos de recolección de información primaria, con la que se elaboró la caracterización del ÁID.

Por otro lado, como parte del contexto metodológico es importante mencionar que la Empresa Metro de Bogotá S.A. dividió el corredor en 6 (seis) zonas con características homogéneas, que corresponden a las siguientes direcciones:

- Zona 1: Predio río Bogotá hasta Carrera 79.
- Zona 2: Carrera 79 hasta Carrera 69 B.
- Zona 3: Carrera 69 B hasta Av. NQS Cl. 8 sur.
- Zona 4: Av. NQS con Calle 8 sur hasta Av. Caracas con Calle 2.
- Zona 5: Av. Caracas con Calle 2 hasta Av. Caracas con Calle 28.
- Zona 6: Av. Caracas con Calle 28 hasta Calle 76.

El método con el cual se abordó de manera participativa el EIAS se adelantó en 5 (cinco) encuentros con los comités de participación zonal, durante los cuales se implementaron las siguientes temáticas:

- Encuentro uno: información de la línea base o caracterización, se validaron y complementaron datos recolectados de los tramos que coinciden con el estudio anterior (Tramo 1 y 2); también se recolectó información primaria en las zonas 5 (cinco) y 6 (seis), que corresponden a la Av. Caracas. En este encuentro los ciudadanos describieron las características y dinámicas del territorio desde los diferentes componentes: demográfico, espacial, económico, cultural y político organizativo.

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

- Encuentro dos: en éste se adelantó un proceso de identidad y apropiación mediante la actividad de toponimia, en la cual los ciudadanos postularon nombres para las estaciones, y a través de las propuestas de vida urbana, para las zonas de separador del viaducto.
- Encuentro tres: durante éste se identificaron de manera participativa los impactos y se recogieron las propuestas de manejo presentadas por los ciudadanos.
- Encuentro cuatro: durante éste se adelantó la presentación del proyecto con las alcaldías locales con el fin de articular y coordinar la intervención en el territorio, también se dieron a conocer las inquietudes y aportes de los ciudadanos a las administraciones locales.
- Encuentro cinco: éste tuvo como objetivo dar a conocer a los ciudadanos, en campo o *in situ*, la ubicación definitiva de las estaciones y resolver las inquietudes que frente al tema surgieron, así como complementar y validar la identificación de zonas de especial importancia para las comunidades.

2.2.1.6.5 Ciclos 4: elaboración de documento

En esta actividad, transversal a todo el estudio, se elabora la caracterización socioeconómica de la población ubicada en el área de influencia del proyecto, para lo cual se tomaron como insumos la información secundaria consultada, la proveniente de los recorridos, de las socializaciones y la primaria obtenida durante los comités de participación zonal.

Arqueología

Se realizó el diagnóstico arqueológico mediante fuentes secundarias y los registros de suelos que se habían hecho en el marco del proyecto inmediato anterior para la PLMB, con los datos así recolectados se generó una zonificación preliminar que indica el potencial arqueológico del área, que puede ser alto, medio o bajo; el objetivo de esta tarea es identificar contextos arqueológicos que puedan ser afectados y prevenir o mitigar su afectación al momento de llevar a cabo la obra.

También se revisaron los resultados de los estudios de geotecnia, principalmente los perfiles tipo Shelby que se muestrearon a lo largo de todo el trazado de la PLMB, en particular sobre la Av. Caracas, cuyas áreas de mayor interés arqueológico son la parte centro (Calle 1 a Calle 26) y Chapinero (Calle 45 a Calle 60). También se revisaron los resultados obtenidos mediante apiques realizados, en especial para observar la estratigrafía cultural más reciente. Se generó un Plan de Manejo Arqueológico, que consiste en el acompañamiento permanente de un arqueólogo por cada frente de obra. En las áreas definidas como de potencial arqueológico elevado se propuso hacer un corte estratigráfico en la ubicación de cada una de las pilas del viaducto, una vez se haya retirado la capa de asfalto.

Un punto aparte merece el área de patio-taller y su conexión desde la estación Portal de las Américas, en donde, por ser un área no urbanizada, se realizó una prospección arqueológica mediante solicitud de Licencia Arqueológica para la Prospección del patio-taller de la PLMB y viaducto de conexión N.º 6819 a nombre de Paris A. Ferrand Alcáraz, por medio de una grilla de pozos de sondeo que abarcó todo el polígono de construcción, así como la prospección de la ampliación de las vías de acceso y del viaducto elevado de conexión entre la Estación Portal de Las Américas hasta el PT-PLMB. Una vez finalizada cada fase del proyecto en campo, se hizo el análisis de los materiales arqueológicos obtenidos en éste, que conlleva los siguientes procedimientos: lavado y marcado de todos los materiales recuperados, caracterización y tipología de los materiales con el objetivo de documentar la ocupación del área a través del tiempo y entregar al ICANH un informe final de las actividades realizadas, en el que se indican los

resultados del análisis de la información recuperada en campo, así como la propuesta de las medidas de manejo pertinentes.

2.2.1.7 Etapa 4. Análisis de información y elaboración de capítulos Estudios ambientales Fase 1.

Posterior a la recopilación de información primaria y secundaria se inició el análisis y elaboración de los capítulos correspondientes a objetivos, generalidades, alcances, metodología, descripción del proyecto, localización, características del proyecto, áreas de influencia, caracterización del área de influencia, línea base y zonificación ambiental, según el documento “Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá – Especificaciones Técnicas ET-19”, del cual se destaca lo siguiente:

- Áreas de influencia: se determinaron a partir del alcance de los impactos y elementos de los distintos componentes del área del proyecto.
- Caracterización del área de influencia (la metodología se presenta en detalle en el capítulo 5.1 de la línea base.

2.2.1.8 Aspectos abióticos

Con base en los monitoreos de aire y ruido, se caracterizó el componente atmosférico y se realizó el modelo de calidad del aire para estimar los impactos asociados.

Los demás componentes del medio abiótico serán analizados para la caracterización del medio.

2.2.1.9 Aspectos socioeconómicos

En el medio socioeconómico, para esta primera fase se elaboró el capítulo de áreas de influencia, que contiene los criterios y la descripción del AII y AID.

Otro capítulo es el diagnóstico o caracterización, constituido por información primaria en el AID e información secundaria en el AII, también incluye los siguientes componentes:

- Participación y socialización de las comunidades.
- Componente demográfico.
- Componente cultural.
- Componente político-organizativo.
- Componente económico.
- Tendencias del desarrollo.
- Componente arqueológico.
- Información sobre población por reasentar.

2.2.2 Fase 2

De acuerdo con la metodología planteada, esta fase se desarrolló en las siguientes etapas:

2.2.2.1 Etapa 1. Recopilación y análisis de información

Comprende el análisis de la información recopilada en la caracterización ambiental del proyecto para determinar la demanda de usos y aprovechamiento de recursos naturales, evaluación ambiental (identificación y evaluación de impactos ambientales), zonificación de manejo ambiental de proyecto, así como los planes y programas (de manejo ambiental, de monitoreo, de seguimiento, de seguridad y salud en el trabajo) según el documento “Estructuración Técnica del Tramo 1 de la Primera Línea del Metro de Bogotá – Especificaciones Técnicas ET-19”.

2.2.2.2 Etapa 2. Zonificación ambiental, evaluación de impactos y riesgos ambientales, zonificación de manejo ambiental, planes y programas de manejo, seguimiento y monitoreo

A partir de la caracterización se realizó la zonificación ambiental, evaluación de impactos y riesgos ambientales, zonificación de manejo, gestión ambiental y social (planes y programas de manejo) para los tres medios (físico, biótico y socioeconómico); para la evaluación de impactos se efectuó la caracterización y evaluación de estos mediante la fórmula de Arboleda (1989), modificada por Ingetec (2005), usada y aceptada en otros estudios de impacto ambiental.

Para el análisis de los impactos acumulativos analizados, se llevó a cabo una Evaluación y Gestión de los Impactos Acumulativos (EGIA), conforme a lo indicado en la Norma de Desempeño 1 (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, con el fin de evaluar evaluación los 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, con el fin de que se evite o minimice, en la medida de lo posible, su contribución a estos impactos acumulativos⁵.

Para el desarrollo del Plan de Gestión del riesgo en las diferentes etapas del proyecto, la evaluación de riesgos ambientales y sociales se desarrolló teniendo en cuenta lo establecido en 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”, que en su Art. 2 establece 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.

Dentro de los riesgos identificados en las etapas del proyecto se identificaron y valoraron los siguientes:

- Riesgos de origen natural
- Riesgos globales y transnacionales
- Riesgos de origen antrópico
- Riesgos de origen técnico
- Riesgos de origen logístico
- Riesgos de origen político

⁵ Manual de Buena Práctica-Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes.

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Los riesgos mencionados anteriormente presentan escenarios diferentes de acuerdo a la etapa en la que se encuentre el proyecto.

Adicionalmente, el plan se enmarca en tres procesos: el primero es de conocimiento del riesgo, está compuesto por la contextualización del proyecto y la valoración del riesgo, lo anterior con el fin de proveer la base temática para desarrollar los procesos de reducción del riesgo y de manejo de la contingencia. El segundo se refiere a la reducción del riesgo, contempla las medidas de intervención correctiva y prospectiva para modificar los riesgos identificados, analizados y evaluados. El tercero se refiere al plan de contingencia, el cual establece la preparación para la emergencia, equipos de emergencia, equipos de control, responsabilidades del contratista, responsabilidades de los trabajadores y las estrategias preventivas por frentes de trabajo. Por último, el manejo de la contingencia según los resultados de la evaluación de riesgos en cada una de las etapas.

2.2.2.3 Etapa 3. Demandas, uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales

Aquí se definió el aprovechamiento de recursos naturales requeridos durante las etapas de construcción y operación del proyecto, identificados en esta etapa de estudios de factibilidad, que incluye el diligenciamiento de los formatos y permisos así como las concesiones o autorizaciones requeridas para el desarrollo del proyecto (permiso de aprovechamiento forestal).

2.2.2.4 Etapa 4. Seguridad y salud en el trabajo

En esta etapa se elaboró el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo (SG–SST) cumpliendo la legislación en seguridad y salud en el trabajo, que incluye los aspectos básicos legales, medicina preventiva y del trabajo, higiene y seguridad industrial, además del Plan de Emergencia y Contingencia para las etapas de pre construcción, construcción y operación.

2.2.2.5 Etapa 5. Presupuesto

Se presenta el presupuesto del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de la PLMB.

2.2.2.6 Etapa 6. Cronograma de ejecución

Se realizó el cronograma de las medidas ambientales del Plan de Manejo Ambiental y Social, del Plan de Seguimiento y del Plan de Monitoreo.

2.3 ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO FINAL DE EIAS

El contenido del estudio es el siguiente:

- Resumen ejecutivo.
- Introducción.
- Descripción del proyecto.
- Marco legal e institucional.
- Línea base ambiental y social.
- Análisis de alternativas.
- Impactos y riesgos ambientales y sociales.

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

- Gestión ambiental y social.
- Participación social.
- Conclusiones.
- Anexos.

2.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

En la Tabla 2.8 se presenta la relación de los trabajos de campo adelantados para la elaboración de este informe:

Tabla 2.8 Cronograma de actividades

Actividad	Fecha inicial	Fecha final
Estudio Ambiental – Etapa 1	02/03/2017	18/10/2017
Aplicación de los Estándares de desempeño de IFC en los estudios ambientales y sociales	02/03/2017	17/10/2017
Reconocimiento del área del proyecto	06/03/2017	09/03/2017
Resumen ejecutivo	10/10/2017	17/10/2017
Generalidades	09/05/2017	19/05/2017
Legislación aplicable	09/05/2017	19/05/2017
Descripción del proyecto (información técnica)	06/03/2017	25/09/2017
Caracterización del Área de influencia	07/03/2017	29/09/2017
Áreas de influencia	07/03/2017	29/09/2017
Línea base ambiental	28/03/2017	04/09/2017
Medio abiótico	12/05/2017	01/09/2017
Componente geosférico	12/05/2017	17/07/2017
Componente hidrosférico	12/05/2017	25/08/2017
Componente atmosférico	12/05/2017	25/08/2017
Entrega línea base medio abiótico	01/09/2017	01/09/2017
Medio biótico	28/03/2017	24/08/2017
Estructura Ecológica Principal (EPP)	09/05/2017	11/07/2017
Vegetación	28/03/2017	17/08/2017
Inventario forestal	28/03/2017	08/08/2017
Zonas verdes y blandas	12/05/2017	15/08/2017
Permisos ambientales	08/08/2017	17/08/2017
Fauna	12/05/2017	11/08/2017
Consolidación medio biótico	17/08/2017	24/08/2017

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Actividad	Fecha inicial	Fecha final
Entrega línea base medio biótico	24/08/2017	24/08/2017
Medio socioeconómico	29/05/2017	04/09/2017
Estudios de arqueología preventiva	29/05/2017	28/08/2017
Información sobre población por reasentar (desarrollada mediante convenio IDU–EMB)	29/05/2017	10/07/2017
Consolidación Medio socioeconómico	28/08/2017	04/09/2017
Entrega línea base medio socioeconómico	04/09/2017	04/09/2017
Entrega capítulo Línea Base	04/09/2017	04/09/2017
Zonificación ambiental	04/09/2017	18/09/2017
Demanda, uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales	28/03/2017	25/09/2017
Evaluación ambiental	04/09/2017	09/10/2017
Zonificación de manejo ambiental del proyecto	09/10/2017	12/10/2017
Plan de Manejo Ambiental (PMA)	28/08/2017	13/10/2017
Programa de monitoreo y seguimiento del proyecto	14/09/2017	13/10/2017
Seguridad y salud en el trabajo	15/09/2017	13/10/2017
Presupuesto	13/10/2017	17/10/2017
Cronograma de ejecución	13/10/2017	17/10/2017
Cierre Etapa 1	17/10/2017	18/10/2017
Estructuración técnica – Etapa 2	18/10/2017	16/04/2018
Cierre proyecto	16/04/2018	16/04/2018

Fuente: elaboración propia Consorcio Metro Bog

2.5 PERSONAL DEL EIAS

El equipo del EIAS de Metro Bog está conformado por profesionales y especialistas de Systra e Ingetec. Systra es una compañía francesa líder mundial en ingeniería de transporte público, ha diseñado uno de cada dos metros en el mundo, ha contribuido en el diseño del 65 % de los metros automáticos a nivel mundial y en los últimos 15 años ha participado en el diseño de más de 400 km de metro, se ha involucrado en el diseño de factibilidad, ingeniería de detalles y los estudios ambientales y sociales de estos proyectos.

Por su parte, Ingetec es la firma líder en consultoría en Colombia y Latinoamérica, cuenta con más de 70 años de experiencia en consultoría y supervisión de proyectos de ingeniería de gran complejidad en más de 25 países, posee amplia experiencia en diseños, estudios de impacto

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

ambiental y estudios sociales para la construcción e interventoría de sistemas de transporte masivo, viales, de buses articulados, entre ellos Transmilenio.

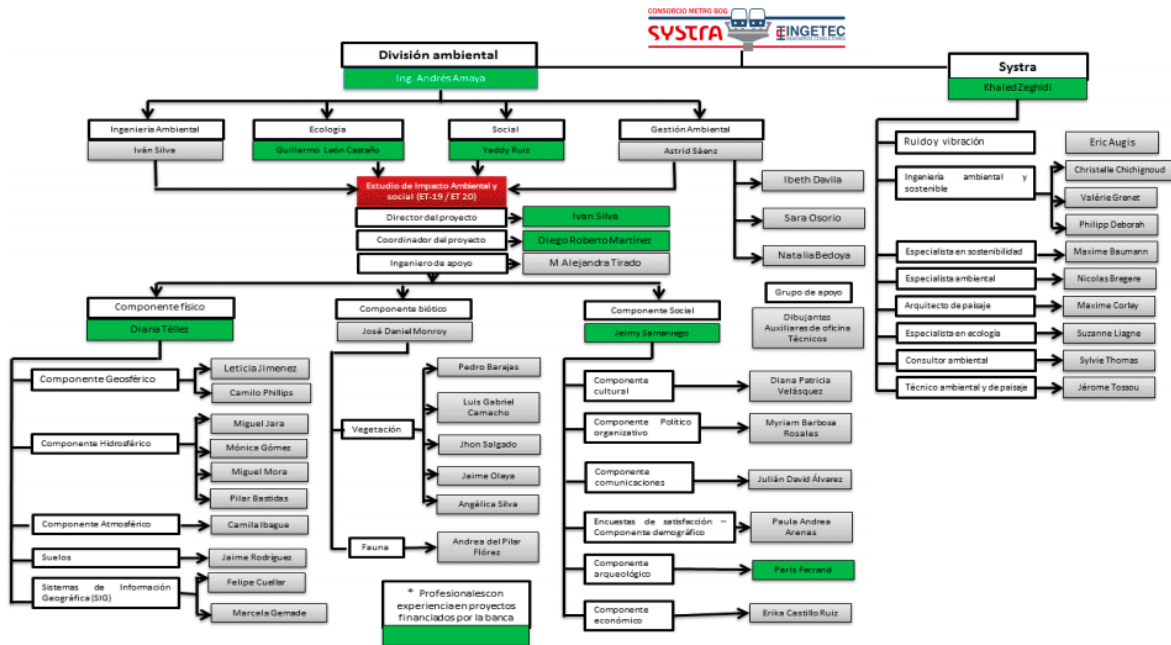


Figura 2.3 Organigrama de la estructura del personal que participó en la elaboración del EIAS

Fuente: elaboración propia Consorcio Metro Bog

Relación de participantes en el desarrollo del estudio. En la Tabla 2.9 se presenta la relación de los profesionales que participan en la elaboración del presente informe:

Tabla 2.9 Profesionales participantes

Nombre	Profesión/especialidad	Responsabilidad	Experiencia (años)	Dedicación
				(%)
Dirección y coordinación				
Andrés Amaya	Ingeniero Civil, magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Gerencia de Proyectos y Gerencia de Construcción Ingeniería Ambiental.	Director del proyecto	18	30
Iván Silva	Ingeniero Sanitario, magíster en Ingeniería de Recursos Hidráulicos e Ingeniería Ambiental	Director Departamento Sanitaria/coordinador EIAS	26	50

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Nombre	Profesión/especialidad	Responsabilidad	Experiencia (años)	Dedicación
				(%)
Diego Martínez	Ingeniero Civil, especialista en Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos y magíster en Gestión de proyectos MGP.	Coordinador general del proyecto	15	50
Yaddy Helena Ruiz	Trabajadora Social, magíster en Medio Ambiente y Desarrollo	Coordinadora social	18	50
María Alejandra Tirado	Ingeniera Ambiental, magíster en Estudios Interdisciplinarios en Sostenibilidad Ambiental, Económica y Social	Coordinación EIAS	5	100
Aspectos abióticos				
Miguel Ángel Jara	Ingeniero Civil, especialista en Recursos Hídricos– Hidrología	Dirección de la revisión y caracterización hidrológica, climatológica y sedimentología	18	40
Mónica Tatiana Gómez	Ingeniera Civil, magíster en Ingeniería Civil	Hidrología	6	40
Miguel Mora	Tecnólogo en sistemas	Hidrología	15	50
Leticia María Jiménez	Geóloga	Coordinadora componente Geosférico. Caracterización ambiental del área de estudio en los aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, análisis de resultados estudio geoelectrico, evaluación de vulnerabilidad acuíferos, análisis morfografía y rugosidad relativa para el ÁID.	14	60
Camilo Andrés Phillips	Ingeniero Civil, PhD Ingeniería Civil énfasis en Geotecnia	Coordinador aspectos Geotécnicos	15	50
Aspectos bióticos				
Jhon Alexander Salgado Ovalle	Ingeniero Forestal	Inventario forestal	0.6	100
Jaime Leonel Olaya	Ingeniero Forestal	Inventario forestal	0.6	100
Angélica María Silva	Ingeniera Forestal	Inventario forestal	0.6	100

ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA DEL TRAMO 1 DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE BOGOTÁ

Nombre	Profesión/especialidad	Responsabilidad	Experiencia (años)	Dedicación
				(%)
Andrea del Pilar Flórez	Bióloga	Avifauna	13	100
José Daniel Monroy	Biólogo, magíster en ecosistemas acuáticos	Caracterización fauna terrestre urbana	12	30
Luis Gabriel Camacho	Ingeniero Forestal	Inventario forestal – zonas verdes y blandas	8	100
Aspectos sociales				
Jeimy Samaniego	Arquitecta, magíster en investigación interdisciplinaria social	Componente socioeconómico	14	80
Diana Patricia Velásquez	Antropóloga	Componente cultural	12	100
Myriam Barbosa Rosales	Trabajadora social	Componente Político organizativo	10	100
Julián David Álvarez	Comunicador social	Componente comunicaciones	1	100
Paula Andrea Arenas Hernández	Psicóloga	Encuestas de satisfacción – Componente demográfico	0.4	100
Paris Alejandro Ferrand	Arqueólogo	Componente arqueológico	9	60
Erika Castillo Ruiz	Zootecnista	Componente económico	6	100
K2 Ingeniería S.A.S.	K2 Ingeniería, empresa especializada en servicios de Ingeniería, Integración de Tecnologías y Monitoreos Ambientales para los sectores estatales, CARS, hidrocarburos, minero, industrial, empresas de servicios públicos, agrícola y náutico, con cobertura geográfica histórica en Colombia, Ecuador, Perú, Panamá y potencial en Brasil.	Monitoreos de calidad del aire, ruido y agua.	19	100

Fuente: elaboración propia Consorcio Metro Bog